

# Autorizaciones

*Marcos Álvarez Moreno, Jesús de Lara Gimeno y Celia Padellano Avilés, alumnos matriculados en la asignatura de Sistemas Informáticos, autorizan, mediante el presente documento, a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores, tanto la propia memoria, como el código, la documentación y el prototipo desarrollado, todo ello realizado durante el curso académico 2009-2010 bajo la dirección de María Victoria López López, profesora del Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática de la Facultad de Informática de dicho organismo.*

Marcos Álvarez Moreno

Jesús de Lara Gimeno

Celia Padellano Avilés





**PROYECTO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**CURSO 2009-2010**

***ANÁLISIS DE RENDIMIENTO Y FIABILIDAD DE SISTEMAS  
INFORMÁTICOS***

**Autores:**

**Marcos Álvarez Moreno**

**Jesús de Lara Gimeno**

**Celia Padellano Avilés**

**Director:**

**María Victoria López López**

# Índice de contenidos

PRÓLOGO .....	V
RESUMEN/ABSTRACT .....	VII
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- ESTADO DEL ARTE .....	3
2.1.- HERRAMIENTAS EN EL MERCADO .....	3
2.2.- EMSI 1.0. PROYECTO 08/09 .....	6
2.2.1.- <i>Sistemas Informáticos</i> .....	6
2.2.2.- <i>Evaluación del rendimiento</i> .....	15
2.2.3.- <i>Fiabilidad del sistema y de sus componentes</i> .....	20
2.2.4.- <i>Monitorización de Sistemas</i> .....	25
2.2.5.- <i>Análisis comparativo de sistemas</i> .....	38
2.2.6.- <i>Decisiones multicriterio y lógica difusa</i> .....	44
3.- NUEVAS APORTACIONES: EMSI 2.0.....	55
3.1.- MEJORAS.....	55
3.1.1.- <i>Pruebas de la aplicación</i> .....	55
3.2.- NOVEDADES.....	59
3.2.1.- <i>Análisis Operacional</i> .....	59
3.2.2.- <i>Decisión bajo incertidumbre (Análisis de Garantías)</i> .....	69
3.2.3.- <i>Decisión bajo incertidumbre (Comparación de máquinas)</i> .....	78
3.2.4.- <i>Otras novedades</i> .....	80
4.- COMPARATIVAS.....	83
4.1.- TEST SINTÉTICOS.....	83
4.1.1.- <i>SiSoft SANDRA</i> .....	83
4.1.2.- <i>HWINFO 32</i> .....	89
4.1.3.- <i>WEIBULL++7</i> .....	91
4.1.4.- <i>EVEREST</i> .....	94
4.1.5.- <i>AIDA32</i> .....	99
4.1.6.- <i>Belarc Advisor</i> .....	101
4.2.- TEST NO SINTÉTICOS .....	102
4.2.1.- <i>Bapco</i> .....	102
4.2.2.- <i>WinBench99</i> .....	106
4.2.3.- <i>SPEC</i> .....	107
4.2.4.- <i>LINPACK</i> .....	109
4.3.- CONCLUSIONES DEL LA COMPARATIVA DE MERCADO .....	110
5.- CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	111
5.1.- CONCLUSIONES .....	111
5.2.- TRABAJO FUTURO .....	112
BIBLIOGRAFÍA .....	113
ANEXO 1 .....	117
ANEXO 2 .....	125



<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>133</b>



## Prólogo

La evaluación del rendimiento de los sistemas es un tema muy relevante en las organizaciones y por ello los estudios de grado de Ingeniería Informática suelen ofrecer asignaturas tales como Evaluación del Rendimiento de las Configuraciones o similares, donde se estudia el rendimiento, la fiabilidad, calidad y garantías de los Sistemas Informáticos.

La realización de este proyecto ha requerido el conocimiento previos de muchas asignaturas estudiadas durante el periodo universitario: estadística, programación, arquitectura, bases de datos, y la asignatura de Evaluación del Rendimiento de las Configuraciones, que hasta ahora se ha estado cursando como asignatura optativa en las titulaciones ofrecidas por la Facultad de Informática de nuestra Universidad.

Este proyecto completa un proyecto del curso académico anterior pero no por ello es menos relevante: Se han depurado errores y sobre todo se han incluido módulos específicos para el análisis de redes, cálculo de garantías y para ello se han aplicado técnicas de Soft-Computing y de toma de decisiones bajo incertidumbre. El resultado es una herramienta aplicable en el laboratorio como así se ha demostrado a lo largo de este curso académico y esperamos siga aplicándose en cursos posteriores.

Para facilitar su uso, los autores han añadido un manual desarrollado con TTS Knowledge Force, una herramienta de autor cedida por la casa comercial. Esta memoria es reflejo de un Proyecto Fin de Carrera bien estructurado y correcto que además tiene una perspectiva de uso futuro para la mejora de prácticas de laboratorio en asignaturas como ERC, Redes, Sistemas Operativos y Estadística entre otras.

Los resultados más relevantes se han plasmado en dos artículos que han sido aceptados para ser publicados en el Congreso Español de Informática (CEDI, 2010) y en el Congreso de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO 2010) y serán publicados en Septiembre.

Victoria Lopez

Directora



## **Resumen/Abstract**

La intención de este proyecto es crear una aplicación para evaluar el rendimiento y la fiabilidad de sistemas informáticos.

Entre las diferentes opciones que ofrece el programa se encuentran: Crear y modelar un sistema informático, estudiar su rendimiento mediante la Ley de Amdahl, evaluar la fiabilidad de los componentes por separado o del sistema completo, observar de manera descriptiva los resultados que lanza el monitor SAR, comparar el rendimiento de varios sistemas informáticos de diferentes maneras, indicar el componente a sustituir mediante lógica difusa, estudiar el sistema como una red cuyos componentes están conectados entre sí y analizar las garantías entre componentes puestos en funcionamiento y los devueltos.

Palabras clave: sistema informático, fiabilidad, ley de Amdahl, rendimiento, monitorización, decisión multicriterio, redes, decisión bajo incertidumbre, garantías.

---

The main purpose of this project is to create an application to evaluate the performance and reliability of a computer system.

Among the different options the program offers there are: Create and model a computer system, study performance through Amdahl's Law, evaluate components reliability or system reliability, descriptively observe the results that monitor SAR launch, compare the performance of various computer systems in different ways, indicate which component should be replaced by fuzzy logic, study the system as a network whose components are interconnected and analyze warranties between components put in operation and returned.

Keywords: computer system, reliability, Amdahl's Law, performance, monitorization, multiple criteria decision, networks, uncertainty decision, warranties.



# 1.- Introducción

El siguiente documento trata de reflejar el desarrollo del proyecto de la asignatura de Sistemas Informáticos, cursada bajo el título de Ingeniería Informática en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.

El objetivo principal del proyecto es el de mejorar y ampliar una aplicación basada en el análisis del rendimiento y la fiabilidad en el funcionamiento de los sistemas informáticos y los componentes que lo integran. Esta herramienta se llama EMSI (“Evaluación y Modelado de Sistemas Informáticos”).

El lenguaje que se va a utilizar para llevar a cabo el proyecto es Java, se trata de un lenguaje de programación potente de propósito general. Además de sus muchas cualidades, como la portabilidad, que ofrece una gran independencia del hardware a la hora de ejecutar la aplicación en los diferentes entornos y equipos, es también el lenguaje de programación original de la aplicación EMSI por lo que proporciona una continuidad a nivel de código con el proyecto inicial.

La aplicación encuentra su motivación en la necesidad de la existencia de herramientas adaptadas a nivel académico de este tipo. EMSI ha sido utilizado en la Facultad de Informática de la UCM para la realización de prácticas en la asignatura de ERC de la titulación Informática Técnica de Sistemas y también en la titulación de Informática Técnica de Gestión. Los resultados obtenidos servirán como datos de partida para la mejora de la aplicación y la futura ampliación.

Hay que destacar que, en la actualidad, existen en todas las Universidades de España donde se imparte Ingeniería Informática asignaturas donde se estudia la importancia del rendimiento en los sistemas informáticos y el disponer de una herramienta capaz de analizar estos sistemas, detectar posibles cuellos de botella y que sirva como soporte a la hora de decidir cuál sería la mejor manera de ampliar o sustituir un sistema informático es de una gran ayuda.

No hay ninguna empresa que no controle el rendimiento de sus equipos para verificar si es necesario realizar alguna ampliación y, gracias a EMSI, se dispone en una sola herramienta intuitiva y fácil de utilizar, pero no por ello poco potente, que reúne características muy útiles para las que haría falta disponer de varias herramientas distintas.

Durante la realización de este proyecto se han realizado comparaciones de EMSI respecto a otras herramientas especializadas únicamente en fiabilidad, rendimiento o monitorización cuyos resultados se presentarán más adelante.

## *INTRODUCCIÓN*

Como ampliaciones más importantes de esta versión de la aplicación EMSI cabe resaltar el desarrollo de módulos específicos de Redes y de Análisis de Garantías.

El estudio de redes operacionales es básico para conocer y estudiar el rendimiento de un sistema informático, ya que en la relación entre sus componentes radica gran parte de la posible mejora en su rendimiento y fiabilidad. Se abordará el estudio de redes cerradas y abiertas, así como la detección en ellas de los componentes que están haciendo de cuellos de botella.

En el análisis de garantías lo que se trata es de estudiar la fiabilidad de un sistema o diversos componentes mediante decisión bajo incertidumbre. Gracias al algoritmo de Hurwitz y conociendo los datos de puestas en marcha y elementos devueltos, se obtiene un análisis detallado, acompañado de gráficas, de la fiabilidad estimada de los componentes del sistema.

Aparte del desarrollo de esta aplicación, durante el transcurso de este año académico, se han publicado dos artículos sobre esta aplicación en sendos congresos: SEIO-2010 (Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa) y CEDI-2010 (Congreso español de informática).

Como anexo a esta memoria se incluye un manual de uso de la aplicación mediante TT Knowledge Force, herramienta de autor muy útil para confeccionar manuales de uso de software, que fue cedida por la empresa TTS [1] para ayudarnos en el desarrollo de dicho manual.



## 2.- Estado del arte

### 2.1.- Herramientas en el mercado

EMSI es una herramienta de evaluación y medición del rendimiento como muchas otras que se detallaran a continuación. Estas herramientas se caracterizan por proporcionar la medida del rendimiento que permite comparar la capacidad de los equipos para realizar distintas tareas. También reconocen la influencia, en el rendimiento del equipo, del cambio de un componente por otro de mejores prestaciones. Las aplicaciones de medición del rendimiento se pueden dividir en test sintéticos y no sintéticos. Los sintéticos implementan una serie de algoritmos que se supone que proporcionan un indicador reproducible de la velocidad del computador, por ejemplo, SiSoft Sandra, Aida32, Weibull++7, Everest... proporcionan un conjunto de test de evaluación del rendimiento bastante completo.

Por otra parte las aplicaciones tipo Winbench99, Bapco... están especializadas en la realización de test no sintéticos, que simulan la ejecución de aplicaciones así como su uso habitual en el entorno ofimático.

En el punto 4 de esta memoria, correspondiente a '*Comparativas*', se estudiarán un gran número de aplicaciones del mercado, y se realizará una conclusión de por qué los autores consideran EMSI como algo útil y necesario. Las herramientas estudiadas serán las siguientes:

- SiSoft Sandra
  - Es una herramienta de información y diagnóstico del sistema que proporciona un conjunto de test de evaluación del rendimiento bastante completo sobre el hardware, el software y otros dispositivos del sistema. Se puede encontrar para su descarga en el sitio web [2].
- HWiNFO
  - Se trata de un programa que detallada información sobre todo el sistema. Se puede encontrar en el sitio web [3].
- Weibull++7
  - Esta aplicación proporciona una gran variedad de análisis de datos, representaciones gráficas e informes para el análisis estándar de vida de los datos de un sistema. Se puede encontrar en el sitio web [4].

## HERRAMIENTAS DEL MERCADO

- Everest
  - Es una aplicación de diagnóstico que ayuda durante la instalación, optimización o reparación del equipo, ya que proporciona toda la información que se necesite acerca del sistema sobre el que se aplique. Se puede aprovechar esta herramienta para comparar el rendimiento con el de otros equipos y evitar sobrecargas y errores de hardware. Se puede encontrar en el sitio web [5].
- AIDA32
  - Es una aplicación de descripción de los componentes del sistema, diagnóstico y medición del rendimiento que se ejecuta en plataformas Win32.
- Belarc Advisor
  - La aplicación Belarc Advisor genera un informe compacto del software y del hardware del equipo en el que se ejecuta. Se puede encontrar en el sitio web [6].
- Bapco
  - SYSmark ® 2004 SE es la última versión del benchmarck de BAPCo orientado a las aplicaciones de negocio. Compara el rendimiento de sistemas informáticos, orientado hacia las aplicaciones de negocios. Se puede encontrar en el sitio web [7].
- WinBench99
  - WinBench99 es una aplicación para la evaluación del rendimiento (benchmarks) utilizado para la comparación de computadores por la revista PCMagazine
- SPEC
  - Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC). Es una corporación sin fines de lucro cuyos objetivos son crear un benchmark estándar que mida el rendimiento de sistemas informáticos, controlar y publicar los resultados. Se puede encontrar en el sitio web [8].
- LINPACK
  - Originalmente fue una extensión del programa Linpack, este programa resolvía ecuaciones y mostraba el tiempo de ejecución del programa en distintas máquinas. Poco a poco se fueron agregando varias máquinas hasta convertirse en un método de medida.

La herramienta EMSI refleja mayor similitud con las herramientas SiSoft Sandra, [2], Weibull++7, [4], AIDA32 o Everest, [5]. Estas como se ampliará más adelante proporcionan por una parte un modulo de descripción del sistema que recoge todos los datos del software y del hardware y por otro lado el modulo que realiza los estudios de rendimiento y fiabilidad en base a estos datos.

Por otro lado EMSI contiene una pestaña de comparación de sistemas, que proporcionando los tiempos que tardan varias máquinas en ejecutar distintos programas, estos datos servirán de medida para obtener una idea de cuál de las máquinas es la que proporciona un mejor rendimiento. Esta utilidad es comparable a la que proporciona programas como BAPCo,[7] (orientada a programas ofimáticos), SPEC, [8], o LINPACK.

## 2.2.- EMSI 1.0. Proyecto 08/09

En los siguientes apartados se pasará a explicar los motivos de la creación de cada funcionalidad de la aplicación EMSI detallando información teórica y ejemplos prácticos sencillos que ayuden a la comprensión de cada apartado.

### 2.2.1.- Sistemas Informáticos

Un sistema informático está compuesto por equipos y personal que realiza funciones de entrada, proceso, almacenamiento, salida y control de la información con el objetivo de realizar una secuencia de operaciones con datos.

Existen tres partes muy importantes que influyen en la creación de un sistema informático: hardware, software y recursos humanos. En la mayoría de las ocasiones consta de un computador que utiliza diversos componentes para el tratamiento de la información, captura, almacenamiento y procesamiento.

Un sistema informático puede estar formado por un solo ordenador compuesto a su vez por varios dispositivos o puede ser el resultado de la conexión de varios sistemas más sencillos con el objetivo de formar uno más grande y complejo.

Los sistemas informáticos se pueden clasificar en base al uso para el que han sido concebidos de la siguiente manera:

- **De uso general.** Se utilizan para ejecutar todo tipo de aplicaciones sin dedicarse a ninguna en particular, en este apartado estarían los ordenadores personales.
- **De uso específico.** Ejecutan un conjunto reducido de aplicaciones. Los componentes que forman estos sistemas están configurados para optimizar los resultados de la ejecución de dichas aplicaciones.

Los componentes encargados de formar un sistema informático se pueden dividir en las siguientes categorías:

- Los componentes **físicos**. Constituyen el hardware del sistema informático y proporcionan la capacidad y la potencia de cálculo del sistema global.
- Los componentes **lógicos**. Constituyen el software del sistema informático y están formados por las aplicaciones, las estructuras de datos y la documentación asociada. El software se encuentra distribuido en el hardware y lleva a cabo el proceso lógico que requiere la información.

- Los componentes **humanos**. Este grupo está formado por todas las personas que participan en el diseño, desarrollo, mantenimiento y utilización de un sistema informático. La importancia de este grupo es máxima ya que es el usuario final del sistema así como el encargado de mantener su buen funcionamiento y de una correcta explotación del mismo.

Cada componente que forma parte de un sistema informático realiza una función concreta dentro del mismo y tiene unas características asociadas que lo distinguen de otros componentes del mismo tipo existentes en el mercado. Los componentes, con sus respectivas características, añadidos a la aplicación EMSI que sirven para modelar el sistema informático sobre el que se trabajará son los siguientes:

- **Procesador:** dispositivo que interpreta las instrucciones y procesa los datos contenidos en los programas de la computadora. Sus características principales son:

- Frecuencia de reloj (en MHz).
- Número de núcleos.
- Capacidad de la memoria cache (en MB).
- Número de niveles de memoria cache.

- **Disco duro interno:** (en inglés '*hard disk drive*') es un dispositivo no volátil, que conserva la información aun con la pérdida de energía, que emplea un sistema de grabación magnética digital. Sus características principales son:

- Capacidad (en MB).
- Velocidad rotacional (en rpm).
- Tiempo medio de acceso (en ms).
- Tiempo medio de posicionamiento (en ms).
- Latencia media (en ms).

- **Memoria RAM:** (en inglés: '*random-access memory*') es la memoria desde donde el procesador recibe las instrucciones y guarda los resultados. Es el área de trabajo para la mayor parte del software de un computador. Sus características principales son:

- Capacidad (en MB).
- Tiempo de medio de acceso (en ms).

## SISTEMAS INFORMÁTICOS

- **Placa base** (en inglés '*motherboard*') es una tarjeta de circuito impreso a la que se conectan las demás partes de la computadora. Tiene instalados una serie de circuitos integrados, entre los que se encuentra el chipset, que sirve como centro de conexión entre el procesador, la memoria RAM, los buses de expansión y otros dispositivos.

Va instalada dentro de una caja que por lo general está hecha de chapa y tiene un panel para conectar dispositivos externos y muchos conectores internos y zócalos para instalar componentes dentro de la caja.

La placa base, además, incluye un software llamado BIOS, que le permite realizar las funcionalidades básicas, como pruebas de los dispositivos, vídeo y manejo del teclado, reconocimiento de dispositivos y carga del sistema operativo. Sus características principales son:

- Frecuencia del bus (en MHz).
- Memoria interna (en MB).
- Número de canales IDE.
- Número de ranuras de expansión.
- Modelo de Chipset.

- **Tarjeta gráfica:** tarjeta de expansión para una computadora, encargada de procesar los datos provenientes de la CPU y transformarlos en información comprensible y representable en un dispositivo de salida, como un monitor o televisor. Sus características principales son:

- Capacidad (en MB).
- Frecuencia de refresco (en MHz).
- Frecuencia del reloj del núcleo (en MHz).
- Frecuencia del reloj de la memoria (en MHz).
- Resolución (en píxeles).
- Tipo de interfaz de conexión.

- **Tarjeta de sonido:** tarjeta de expansión para computadoras que permite la entrada y salida de audio bajo el control de un programa informático llamado controlador. Sus características principales son:

- Compatibilidad con entrada/salida analógica.
- Compatibilidad con entrada/salida digital.

- **Tarjeta de vídeo:** tarjeta de expansión que se encarga de procesar los datos provenientes del procesador central y que además se especializa en labores de tratamiento y edición de vídeo. Sus características principales son:

- Capacidad de la memoria interna (MB).
- Frecuencia de muestreo (en MHz).
- Frecuencia del reloj del núcleo (en MHz).
- Frecuencia del reloj de la memoria (en MHz).
- Ancho de banda de la memoria (en GB/s).
- Tipo de interfaz de conexión.

- **Tarjeta de red:** permite la comunicación entre diferentes aparatos conectados entre sí y también permite compartir recursos entre dos o más computadoras (discos duros, CD-ROM, impresoras, etc). Sus características principales son:

- Capacidad de la memoria interna (en MB).
- Velocidad de enlace (en Mbps).
- Número de puertos.
- Conectividad inalámbrica.

- **Tarjeta USB:** dispositivo que permite la conexión con el equipo en marcha y configuración automática de dispositivos periféricos de muy diversa índole como memorias, ratones, discos duros, teclados, cámaras digitales o teléfonos móviles. Sus características principales son:

- Velocidad de subida (en MB/s).
- Velocidad de bajada (en MB/s).
- Temperatura de trabajo (en °C).
- Tipo de interfaz.

## SISTEMAS INFORMÁTICOS

- **Tarjeta SCSI:** dispositivo que permite conectar, utilizando una interfaz común, dispositivos externos de diversos tipos como discos duros, escáneres o unidades lectoras y grabadores de discos. Sus características principales son:

- Velocidad de transferencia de datos (en MB/s).
- Número de puertos.
- Número máximo de dispositivos conectados.
- Tipo de interfaz.

- **Módem:** un dispositivo que sirve para enviar una señal llamada *portadora* mediante otra señal de entrada llamada *moduladora*. Sus características principales son:

- Velocidad de transferencia de datos (en Mbps).
- Conexión interna o externa.
- Formato de codificación de línea.
- Protocolos de modulación.
- Tecnología de conexión.

- **Router:** dispositivo para interconexión de red de ordenadores. Un enrutador es un dispositivo para la interconexión de redes informáticas que permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos. Sus características principales son:

- Velocidad de transferencia de datos (en Mbps).
- Soporte inalámbrico.
- Formato de codificación de línea.
- Protocolos de encaminamiento.
- Tecnología de conexión.

- **Monitor:** dispositivo que, mediante una interfaz, muestra los resultados del procesamiento de una computadora. Sus características principales son:

- Tamaño de pantalla (en pulgadas).



- Frecuencia de refresco de pantalla (en MHz).
- Resolución (en píxeles).

- **Escáner:** dispositivo utilizado para explorar imágenes o documentos. Se utiliza para introducir imágenes de papel, libros, negativos o diapositivas. Estos dispositivos ópticos pueden reconocer caracteres o imágenes, y para referirse a este se emplea en ocasiones la expresión lector óptico (de caracteres). Clasificado como un dispositivo o periférico de entrada, es un aparato electrónico, que explora o permite "escanear" o "digitalizar" imágenes o documentos, y lo traduce en señales eléctricas para su procesamiento y, salida o almacenamiento. Sus características principales son:

- Resolución óptica (en puntos por pulgada).
- Profundidad de bits para escala de grises (en bits/píxel).
- Profundidad de bits para color (en bits/píxel).

- **Tableta gráfica:** periférico que permite al usuario introducir gráficos o dibujos a mano, tal como lo haría con lápiz y papel. También permite apuntar y señalar los objetos que se encuentran en la pantalla. Consiste en una superficie plana sobre la que el usuario puede dibujar una imagen utilizando el estilete (lapicero) que viene junto a la tableta. La imagen no aparece en la tableta sino que se muestra en la pantalla de la computadora. Algunas tabletas digitalizadoras están diseñadas para ser utilizadas reemplazando al ratón como el dispositivo apuntador principal. Sus características principales son:

- Tamaño de pantalla (en pulgadas).
- Resolución óptica (en puntos por pulgada).
- Número de niveles de presión.
- Brillo.
- Contraste.

- **Impresora:** dispositivo que permite producir una copia permanente de textos o gráficos de documentos almacenados en formato electrónico, imprimiéndolos en medios físicos, normalmente en papel o transparencias, utilizando cartuchos de tinta o tecnología láser. Muchas impresoras son usadas como periféricos, y están permanentemente unidas al ordenador por un cable. Otras impresoras, llamadas impresoras de red, tienen un interfaz de red interno (típicamente wireless o Ethernet), y

## SISTEMAS INFORMÁTICOS

que puede servir como un dispositivo para imprimir en papel algún documento para cualquier usuario de la red. Sus características principales son:

- Resolución óptica (en puntos por pulgada).
- Memoria interna (en KB).
- Velocidad de impresión (en páginas por minuto).
- Tamaño máximo del papel admitido.

- **Grabadora de CD:** periférico capaz de leer y grabar en formato CD todo tipo de datos: audio, video y datos. Los discos CD grabados pueden ser reproducidos en cualquier reproductor de CD. Sus características principales son:

- Velocidad rotacional (en rpm).
- Velocidad de lectura.
- Velocidad de grabación para escritura.
- Velocidad de grabación para reescritura.
- Tiempo de acceso medio (en ms).

- **Grabadora de DVD:** dispositivo capaz leer y grabar en un DVD todo tipo de datos de mayor tamaño que los que un CD normal puede contener. Sus características principales son:

- Velocidad rotacional (en rpm).
- Velocidad de lectura.
- Velocidad de grabación para DVD-R/+R.
- Velocidad de regrabación para DVD-RW/+RW.
- Velocidad de grabación para DVD-R/+R DL.
- Tiempo de acceso medio (en ms).

- **Teclado:** un periférico o dispositivo que permite ingresar información, tiene entre 99 y 108 teclas aproximadamente, que permite introducir datos a un computador o dispositivo digital. Sus características principales son:

- Número de teclas.
- Conectividad inalámbrica.
- Disposición de las teclas.
- Tipo de interfaz de conexión.

- **Ratón:** dispositivo usado para facilitar el manejo de un entorno gráfico en un computador. Generalmente está fabricado en plástico y se utiliza con una de las manos. Detecta su movimiento relativo en dos dimensiones por la superficie plana en la que se apoya, reflejándose habitualmente a través de un puntero o flecha en el monitor. Sus características principales son:

- Resolución (en puntos por pulgada).
- Número de botones.
- Conectividad inalámbrica.
- Tecnología de detección.
- Tecnología de conexión.

- **Disco duro externo:** dispositivo de almacenamiento no volátil que, empleando un sistema de grabación digital magnética, es capaz de conservar la información incluso tras la pérdida de energía y, por su diseño, puede ser transportado fácilmente de un lugar a otro e instalarse en distintos sistemas sin perder la información almacenada. Sus características principales son:

- Capacidad (en MB).
- Velocidad rotacional (en rpm).
- Tiempo medio de acceso (en ms).
- Tiempo medio de posicionamiento (en ms).
- Latencia media (en ms).

- **Fuente de alimentación:** dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta (ordenador, televisión, impresora, router, etc.). Sus características principales son:

- Potencia (en watios).
- Voltaje de entrada (en voltios).
- Voltaje de salida (en voltios).

- **Ventilador:** dispositivo destinado a eliminar el exceso de calor en los elementos de un computador, como el microprocesador o la tarjeta gráfica, para evitar su inflamación. Sus características principales son:

- Velocidad rotacional (en rpm).
- Flujo de aire expulsado (en m<sup>3</sup>/h).
- Ruido acústico producido (en dBA).
- Dimensiones.

### *2.2.1.1.- Sistemas informáticos y componentes en EMSI*

EMSI dispone de un módulo dedicado al modelado de sistemas informáticos y componentes, su nombre es '**Computer System**' y ofrece las siguientes posibilidades:

1. Configurar los dispositivos que forman el sistema, añadiendo nuevos elementos, editando algún parámetro de los ya existentes o eliminando los que se consideren innecesarios en el sistema.
2. Especificar un nombre para el sistema informático que esté utilizando para diferenciarlo de otros creados anteriormente.
3. Guardar la información del sistema informático actual en un fichero con formato XML que se podrá cargar cuando se considere necesario ahorrándose el tener que crearlo de nuevo en las siguientes ocasiones que se ejecute el programa.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede diseñar un sistema informático sobre el que posteriormente realizar cualquier tipo de estudio relacionado con el rendimiento y fiabilidad gracias a los demás módulos que forman la aplicación.

La figura 1 muestra un ejemplo de la pestaña '*Computer System*', en ella se ha introducido un sistema informático con siete componentes. Seleccionando en cada componente de la izquierda y rellenando sus datos, se van introduciendo en la tabla de la derecha.

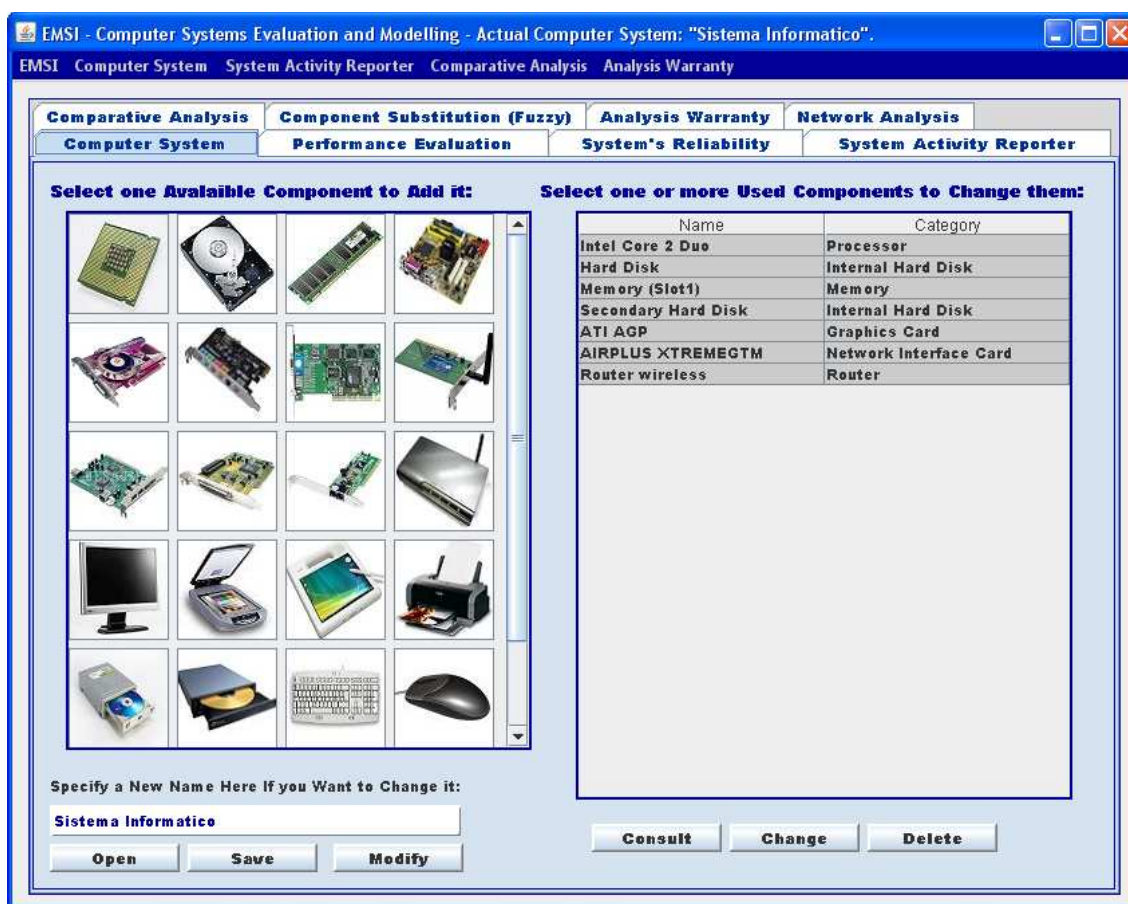


Figura 1: Computer System

### 2.2.2.- Evaluación del rendimiento

La *Ley de Amdahl* permite cuantificar cómo mejorará el funcionamiento global de un sistema informático como consecuencia directa de la sustitución de algunos de sus componentes.

La mejora de un sistema no es ilimitada por ello hay que saber hacia dónde dirigir los esfuerzos de optimización. La mejora de cualquier sistema debido a un componente más rápido depende del tiempo que éste se utilice como se puede ver en la figura 2. En la literatura podemos encontrar trabajos publicados a este respecto. Son interesantes por ejemplo [9, 10, 11, 12].

Supongamos que disponemos inicialmente de un sistema que tarda un tiempo  $T_{original}$  en ejecutar un programa. Mejoramos el sistema acelerando  $k$  veces uno de sus componentes. Este componente se utiliza durante una fracción  $f$  del tiempo  $T_{original}$ .

## Tiempo original vs tiempo mejorado

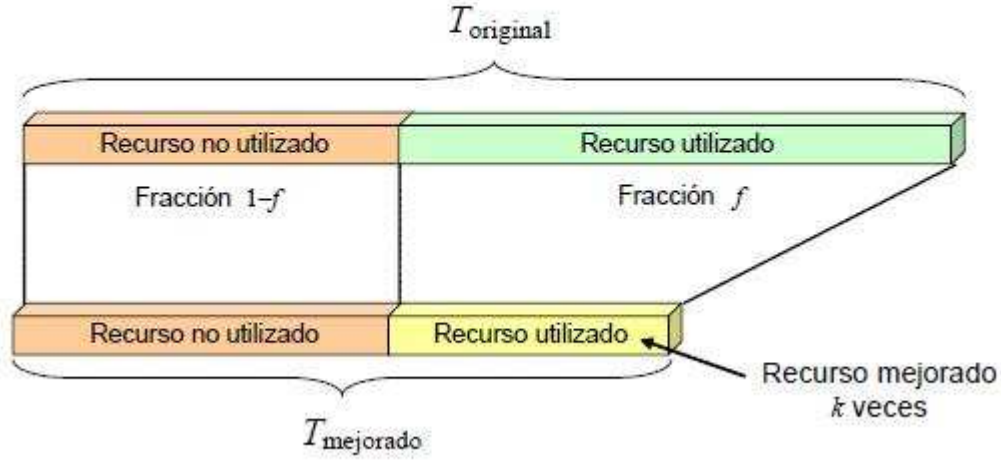


Figura 2: Tiempos original y mejorado

La aceleración  $A$  (speedup) del sistema completo después de acelerar  $k$  veces un componente vendrá dada por las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{T_{original}}{T_{mejorado}} \quad (1)$$

$$T_{mejorado} = T_{original} \times \left[ (1 - f) + \frac{f}{k} \right] \quad (2)$$

De donde se deduce lo siguiente:

$$A = \frac{1}{(1-f) + \frac{f}{k}} \quad (3)$$

Dado que el componente no ocupa la totalidad del tiempo de cómputo, la aceleración máxima ( $A_{max}$ ) del sistema será totalmente independiente de la aceleración relativa que el candidato a realizar la sustitución tenga. Por tanto, esta aceleración está dominada por la fracción de tiempo que se usa el componente.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} A = \frac{1}{1-f} \quad (4)$$

La ley de Amdahl tiene los siguientes casos particulares, que deben tenerse en cuenta:

- Si  $f = 0$  entonces  $A = 1$ . No se produce ninguna mejora en el sistema. Esto sucede cuando el componente no se usa en ninguna fracción de tiempo por lo que su reemplazo por otro no supone ningún beneficio.
- Si  $f = 1$  entonces  $A = k$ . El sistema mejora igual que el componente. Cuando el componente mejorado está en uso el 100% del tiempo la mejora global del sistema será la misma que la del componente en cuestión.

Esta formulación es útil en el caso de mejora de un único componente. Sin embargo pueden querer sustituirse varios componentes con  $n$  mejoras y saber cómo afectaría al rendimiento global del sistema. Eso se calcula con el caso general de la ley para  $n$  mejoras cuya fórmula es la siguiente:

$$A = \frac{1}{(1 - \sum_{i=1}^n f_i) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{f_i}{k_i}\right)} \quad (5)$$

Conviene darse cuenta de que si el número de componentes a sustituir es sólo uno, la expresión generalizada coincide con la de la Ley de Amdahl aplicada con una mejora. Es decir, la fórmula (5) es una generalización de la (3).

A pesar de la facilidad de aplicación de esta ley, hay una gran dificultad en la medición de la fracción de tiempo en la que es utilizado cada componente debido a que es un dato que va cambiando y para ello son necesarias herramientas específicas.

Como reflexión final de este apartado tenemos:

- Una mejora es más efectiva cuanto más grande es la fracción de tiempo en que ésta se aplica.
- Para mejorar un sistema complejo hay que optimizar los elementos que se utilicen durante la mayor parte del tiempo.

### 2.2.2.1.- Prestaciones y coste

La relación entre el rendimiento y el coste permite obtener una magnitud numérica que facilite la comparación entre varios componentes de una misma familia con el fin de decidir cuál nos conviene más utilizar finalmente. Incluso también podremos conocer cuánto mejor es uno con respecto al otro hallando el cociente entre las respectivas relaciones rendimiento/coste.

Una vez seleccionado un componente para formar parte en nuestro sistema informático es interesante también tener en cuenta los costes de integración que tendrá.

## EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO

Si pretendemos integrar un nuevo componente en el sistema, debemos tener en cuenta que el coste final del mismo aumentará según la siguiente relación:

$$\Delta C = \frac{\text{coste original} + \text{coste componente nuevo}}{\text{coste original}} \quad (6)$$

Sin embargo, si pretendemos sustituir un componente por uno nuevo, el coste final del mismo se modificará según la siguiente relación:

$$\Delta C = \frac{\text{coste original} + \text{coste componente nuevo} - \text{coste residual componente anterior}}{\text{coste original}} \quad (7)$$

Dependiendo de cada caso será más adecuado utilizar una expresión u otra. Por ejemplo, si pensamos integrar en el sistema un componente que no existía o que dos de ellos simultáneos en su trabajo, utilizaríamos la primera expresión mientras que si es una sustitución el incremento del coste se ajustará más a la segunda expresión

### 2.2.3.2.- Ley de Amdahl, prestaciones y coste en EMSI

EMSI dispone de un módulo que tiene el objetivo de realizar todos estos cálculos de forma automática. Presenta gráficos e informes descriptivos para evaluar el rendimiento del sistema global y de los componentes que lo forman de manera individual.

La pestaña de la aplicación dedicada a la evaluación del rendimiento es **‘Performance Evaluation’** y en ella se pueden realizar las siguientes prestaciones:

1. Obtener los resultados de la generalización de la *Ley de Amdahl* para el sistema global, indicando para cada uno de sus componentes la fracción de tiempo que se usa y el factor de mejora de la alternativa candidata a realizar la sustitución.
2. Obtener los resultados de la *Ley de Amdahl* para uno o varios componentes, simultáneamente, utilizando un rango predefinido para las aceleraciones relativas de los candidatos. También se podrá personalizar el rango que más le convenga para dichos resultados.
3. Obtener informes de rendimiento/coste. En ellos se realizará el análisis de un componente existente en el sistema y de un posible sustituto, obteniendo los resultados de comparar las prestaciones de ambos y los costes de integración del nuevo componente en el sistema.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede familiarizarse con todos los conceptos y aplicaciones de la Ley de Amdahl de una forma sencilla y muy intuitiva.

Las figuras 3 y 4 muestran las posibles opciones que ofrece este módulo. Una de ellas es obtener el rendimiento del sistema conjunto sabiendo el porcentaje de uso de cada componente y asignando a los componentes que corresponda su coeficiente de



mejora. En este caso sería un factor de mejora (k) de 2 para el procesador y de 3 para el disco duro. Se obtiene la siguiente gráfica y un informe detallado con los datos.

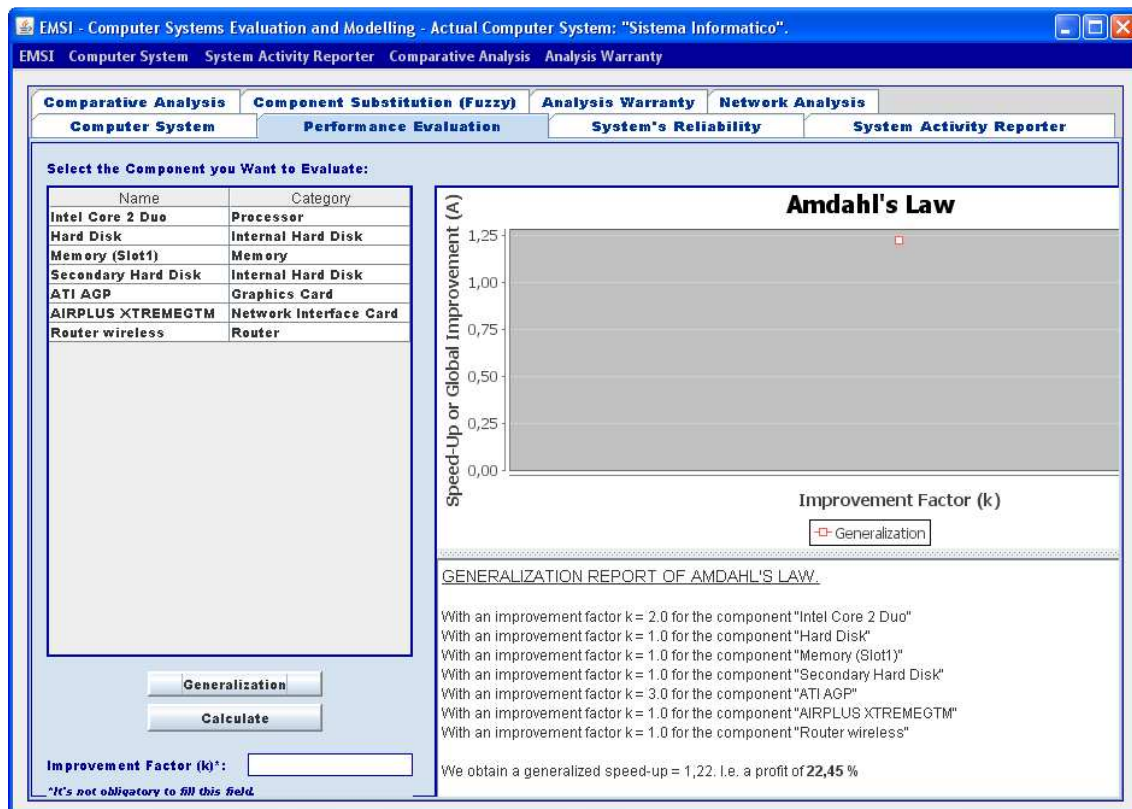


Figura 3: Performance Evaluation. Reporte generalizado.

Otra opción es obtener la mejora de componentes por separado, o por grupos. En este caso seleccionamos el procesador, la memoria y el router y calculamos las mejoras para un rango de factores de mejoras.

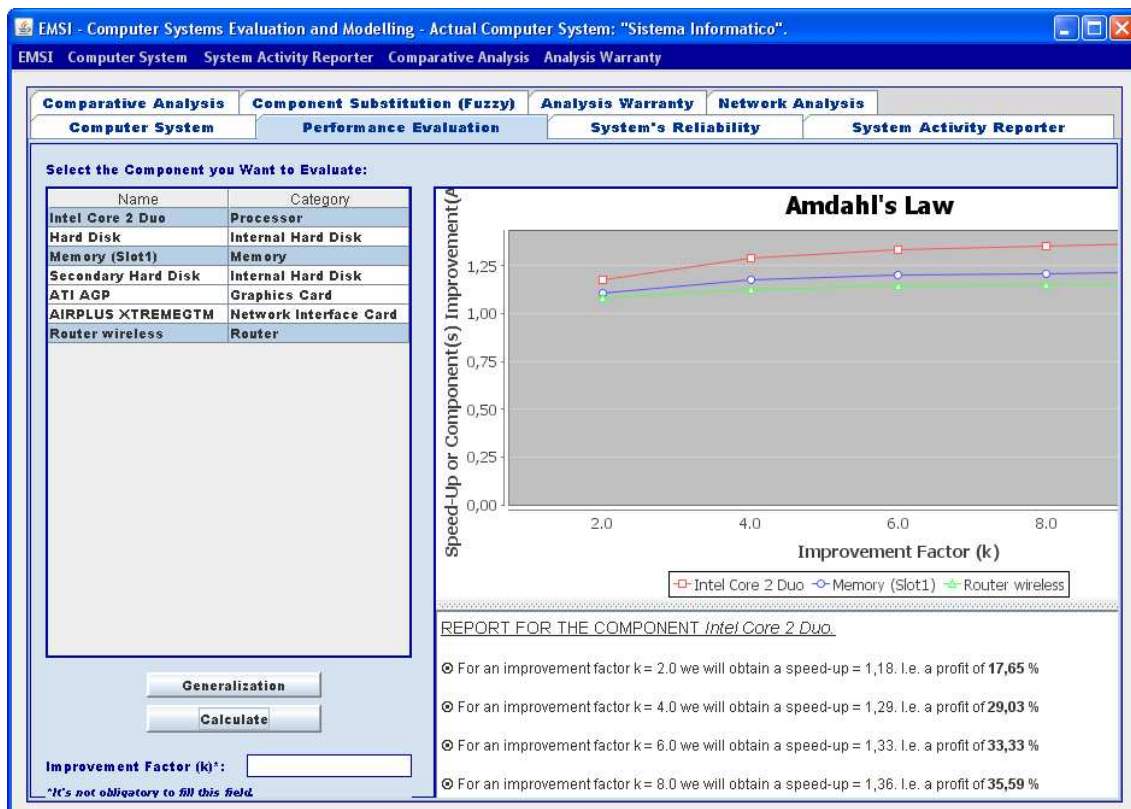


Figura 4: Performance Evaluation. Reporte individualizado.

### 2.2.3.- Fiabilidad del sistema y de sus componentes

La fiabilidad se define como la “probabilidad de buen funcionamiento de algo hasta un instante  $t$ ”. Extendiendo esta definición a sistemas informáticos se dice que la fiabilidad de un sistema es la probabilidad de que este sistema funcione o desarrolle una cierta función, bajo condiciones fijadas y durante un período determinado.

La fiabilidad tiene una gran importancia dentro de la evaluación del rendimiento ya que a la hora de configurar un sistema informático se quiere que sea lo más potente posible en términos de rendimiento, dentro de un presupuesto limitado, y que tenga una esperanza de vida alta ya que de nada sirve un componente con un gran rendimiento si va a fallar pronto y va a ser necesario sustituirlo.

En términos probabilísticos, la fiabilidad se define a partir de una variable aleatoria  $T$  que representa el tiempo de funcionamiento de un componente, dispositivo o sistema hasta fallo. Esta variable resulta ser siempre continua y no negativa ya que hace referencia a un tiempo, magnitud que no puede tomar nunca valores discretos o inferiores a cero.

La función de distribución de probabilidad de esta variable recibe el nombre de *función de in fiabilidad* y se corresponde con las distribuciones que se usan en estadística básica para estimar valores temporales. Su formulación matemática viene dada por la siguiente expresión:

$$F(t) = p(T \leq t), \forall t \geq 0 \quad (8)$$

Las propiedades habituales de las funciones de distribución nos permiten hacer predicciones o aproximaciones interesantes: conocida  $F(t)$  para cada  $t \geq 0$  se puede afirmar que el  $(100 \times F(t))\%$  de estos sistemas tendrán una duración no superior a  $t$ .

Además, teniendo en cuenta que

$$p(a < T \leq b) = F(b) - F(a), \forall a < b \quad (9)$$

En la industria se utiliza la fórmula  $(100 \times (F(b) - F(a)))\%$  como aproximación de los sistemas que se espera tengan una duración comprendida en el intervalo  $(a, b)$ .

Como complemento de la in fiabilidad se define la fiabilidad de la variable aleatoria  $T$ , o tiempo hasta fallo, como la definición natural e intuitiva que se corresponde con la fórmula (10).

$$R(t) = p(T > t) = 1 - F(t), \forall t \geq 0 \quad (10)$$

Conocida la función de fiabilidad de un determinado sistema o componente, se puede afirmar, para cada  $t \geq 0$ , que el  $(100 \times R(t))\%$  de ese tipo de sistemas o componentes tendrá una duración superior a  $t$  y que el  $(100 \times (R(a) - R(b)))\%$  de los sistemas o componentes tendrá una duración en el intervalo  $(a, b)$ . Esto es, como en el caso anterior, una aproximación del número esperado, pese a que en la industria se utilice el dato como valor real, en función del cual se determinan garantías y otros factores asociados al dispositivo en estudio.

Cada componente tendrá asociado una distribución probabilística que permitirá calcular su fiabilidad, prestando especial interés a las distribuciones conocidas y ya ampliamente probadas por estos modelos. Las más utilizadas se muestran en la tabla 1.

Nombre	Infiabilidad
Distribución exponencial $T \equiv Exp(\lambda)$	$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \forall t \geq 0$
Distribución gamma $T \equiv G(\alpha, \lambda)$	$F(t) = \lambda^\alpha e^{-\lambda t} \frac{t^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}, \forall t \geq 0$
Distribución log-normal: $T \equiv LN(\mu, \sigma)$	$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)^2} dt$
Distribución normal $T \equiv N(\mu, \sigma)$	$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dt$
Distribución Weibull: $T \equiv W(\beta, \gamma, \eta)$	$F(t) = 1 - e^{\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$

Tabla 1. Distribuciones fiabilidad.

### 2.2.3.1.- Fiabilidad de componentes en EMSI

EMSI dispone de un módulo donde se realizan automáticamente los cálculos en relación a la fiabilidad de los componentes que forman el sistema informático arrojando gráficas e informes descriptivos indicando la probabilidad de fallo del componente en cuestión en un tiempo concreto así como su esperanza de vida.

A dicho módulo se accede mediante la pestaña, ‘**System’s Reliability**’, permite modelar la función de fiabilidad asociada a cada componente, y los datos que definen a cada una, existiendo la opción de guardarlos para no tener que volver a introducirlos en posteriores ejecuciones en las que se quiera analizar el mismo sistema.

Así mismo, EMSI permite obtener gráficas e informes sobre los resultados de realizar un análisis de fiabilidad con los datos introducidos previamente. Los resultados mostrados son relativos a un rango de tiempo predefinido por la aplicación pudiendo cambiarse manualmente para observar un tiempo concreto.

En la aplicación se ha incluido la opción de personalizar el tiempo de uso de cada componente. Lo más normal es que un componente no esté activo el 100% del tiempo en el que el sistema completo se encuentra en marcha, por lo que es imprescindible adaptar estas variables en cada sistema informático para optimizar los resultados.

Después de haber configurado los parámetros que definen la fiabilidad de cada componente, existe la opción de salvarlos para no tener que volverlos a introducir en una ejecución posterior del programa.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede aprender la diferencia entre las distintas distribuciones de fiabilidad presentadas en la aplicación y la importancia que tiene el concepto fiabilidad en la actualidad.

La figura 5 muestra un ejemplo de la ejecución, donde se estudia la fiabilidad del procesador del sistema. Para ello se selecciona el procesador en la tabla superior izquierda y se le proporciona una distribución y unos parámetros. En este caso se ha elegido una distribución exponencial y como parámetro  $\lambda=0,1$ .

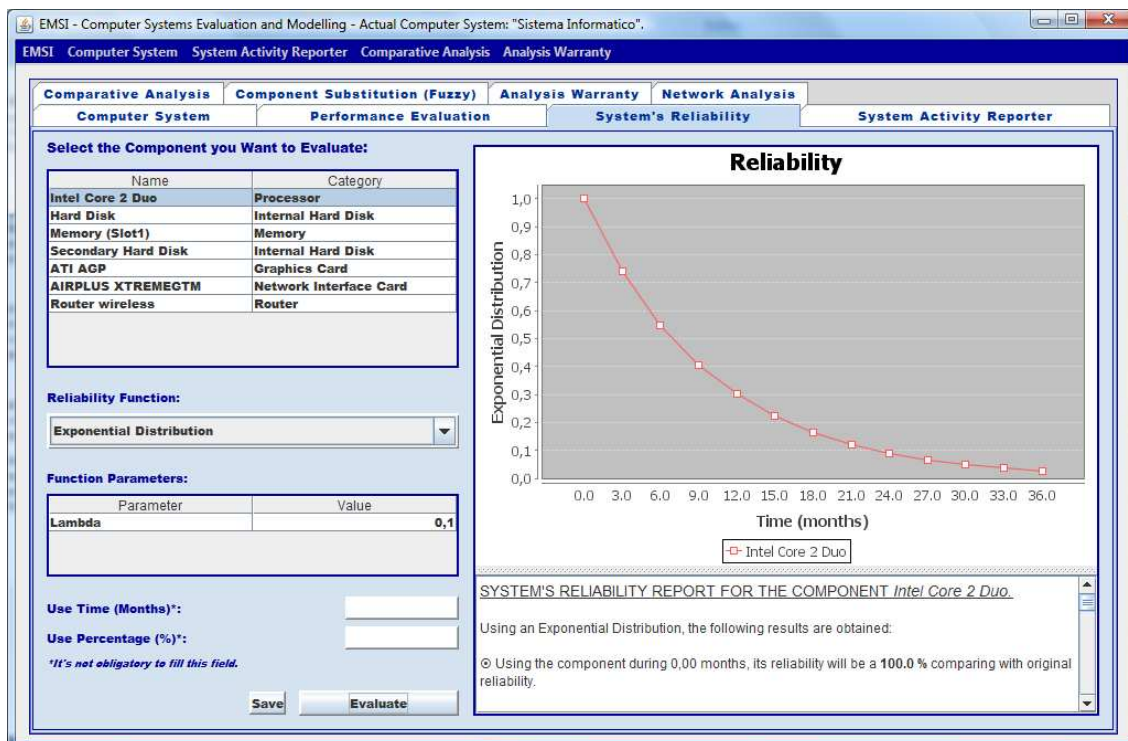


Figura 5. System's Reliability.

Se puede ver en la gráfica de la figura 5 que la fiabilidad del procesador (en un tiempo de uso del 100%) va bajando progresivamente. Si se amplía el periodo de estudio se puede ver en la figura 6 como a los 92 meses la fiabilidad es despreciable.

## FIABILIDAD

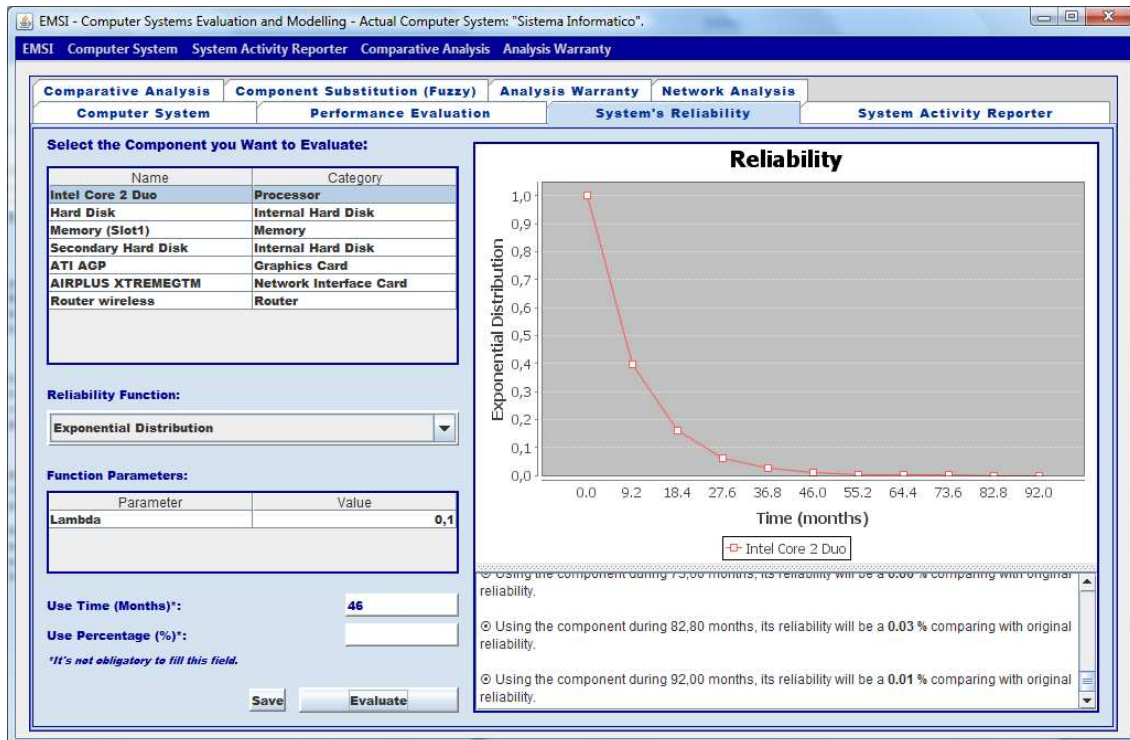


Figura 6. Tiempo de uso ampliado.

Este comportamiento del procesador cambiaría si el tiempo de uso fuera menor al 100%, cosa que parece bastante razonable. De hecho si el tiempo de uso fuera de un 50% se puede observar (ver figura 7) que la fiabilidad del componente decrece mucho más lentamente que antes, y por lo que muestra el informe en el mes 90 tendría un 1,11% de fiabilidad y el 0,1% no se esperaría hasta pasados 180 meses.



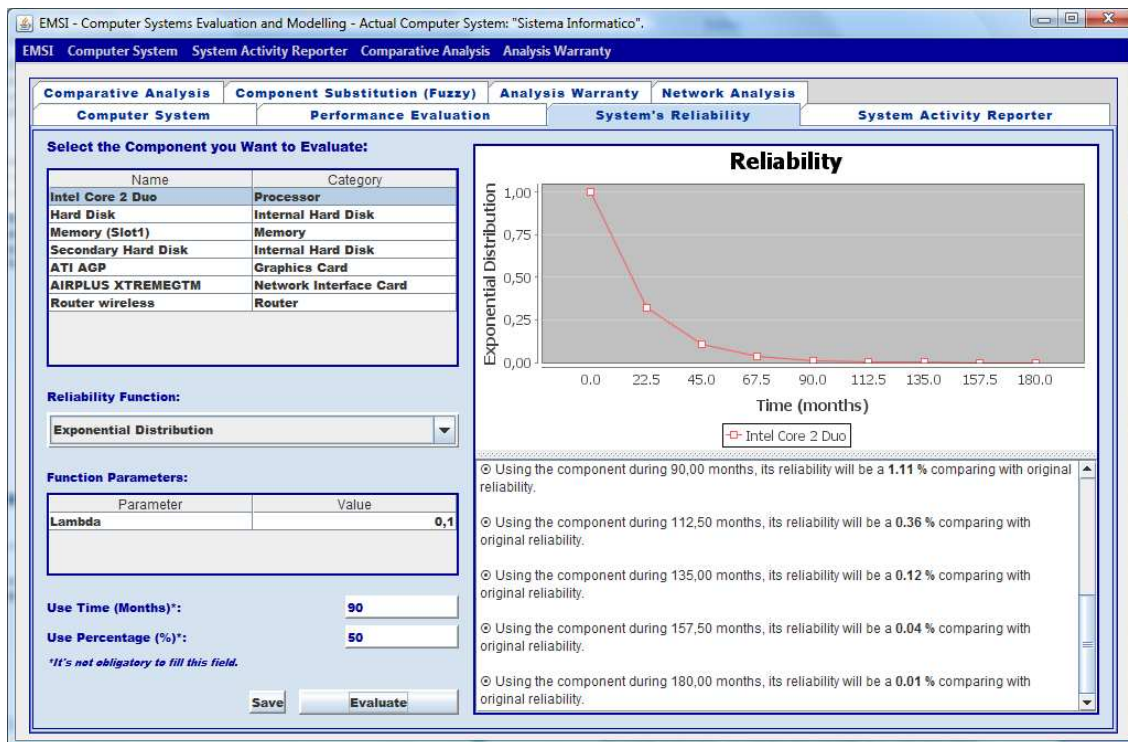


Figura 7. Tiempo de uso modificado.

## 2.2.4.- Monitorización de Sistemas

Un monitor es una herramienta diseñada para observar la actividad de un sistema informático mientras es utilizado por los usuarios. Las funciones principales de los monitores incluyen:

- Observar el comportamiento del sistema.
- Recoger datos estadísticos sobre él.
- Analizar los datos previamente recogidos.
- Mostrar resultados del análisis.

La monitorización de un sistema informático permite recopilar y analizar información sobre el estado del sistema pudiendo ayudar a la detección de cuellos de botella que limiten el rendimiento del sistema o lo sobrecarguen. Un libro del que obtener mucha información interesante sobre este tema es [12].

Antes de analizar un informe de monitorización conviene haber recogido previamente la mayor cantidad de información posible para tener unos datos realmente fiables que no den lugar a engaño.

## MONITORIZACIÓN

A la hora de recoger información sobre el sistema, ésta se puede obtener de dos maneras:

- Medida por muestreo, cada período fijo de tiempo.
- Medida por detección de eventos, cada vez que ocurre un evento en el sistema.

En las medidas por detección de eventos la cantidad de información recogida depende directamente de la frecuencia de eventos mientras que en la medida por muestreo solo depende del tiempo en el que se tenga el monitor recogiendo información.

Los monitores se pueden clasificar en tres tipos diferentes:

- Los monitores software, programas instalados en el sistema, son los más usados, activarlos conlleva que se ejecuten instrucciones del monitor en el procesador del sistema monitorizado y eso produce una sobrecarga en el sistema que habrá que controlar para que sea lo menor posible. Si no se pudiera controlar el factor de la sobrecarga, los resultados arrojados por el monitor no serían fiables a la hora de analizar el rendimiento del sistema.

$$\text{Sobrecarga} = \frac{\text{Tiempo de ejecución del monitor}}{\text{Intervalo de medida}} \quad (11)$$

- Los monitores hardware, dispositivos externos al sistema, se utilizan sólo en entornos muy específicos. Se conectan al sistema a monitorizar mediante sondas electromagnéticas. Tienen la ventaja respecto a los monitores software de que no usan recursos del sistema monitorizado por lo que no producen sobrecarga y son muy rápidos al tratarse de circuitos electrónicos. Sin embargo, hace falta personal especializado para su utilización, la instalación de sondas no es sencilla y no todas las magnitudes son medibles por hardware. La figura 8 muestra un ejemplo de monitor hardware.

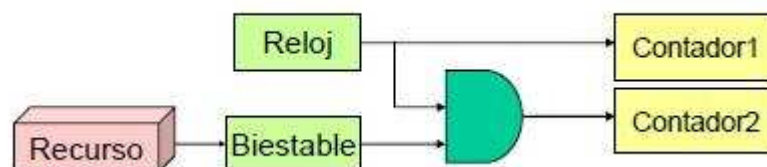


Figura 8. Monitor hardware.

- Los monitores híbridos, formados por una parte hardware y otra parte software. La primera actúa como un dispositivo de entrada/salida que guarda, analiza y procesa la información enviada por la parte software mientras que la parte software se trata de instrucciones especiales de entrada/salida añadidas al código



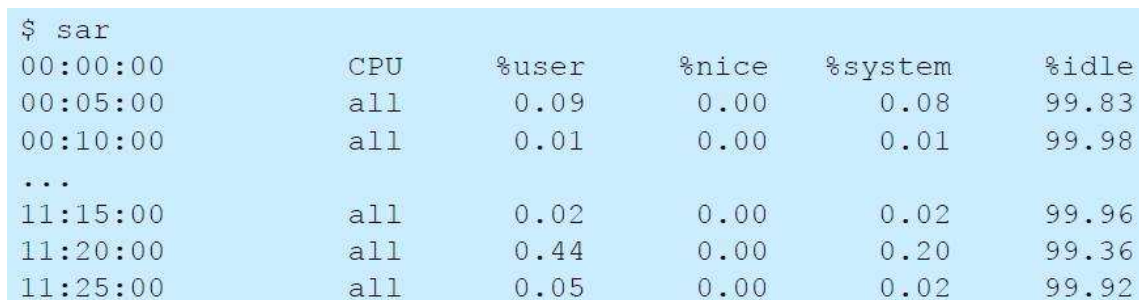
del sistema operativo y actúa como una sonda recogiendo información para enviarla a la parte hardware para su posterior procesamiento.

### 2.2.4.1.- El monitor SAR

El monitor *SAR* (*System Activity Reporter*) es una de las herramientas software más potentes disponibles actualmente para monitorizar sistemas informáticos. Es un monitor muy utilizado por los administradores de sistemas Unix para la detección de cuellos de botella. Al ser un monitor de tipo software el sistema tendrá una pequeña sobrecarga debido a su ejecución. Se puede encontrar en el sitio web [13].

El monitor SAR se puede ejecutar en 2 modos distintos:

- Modo interactivo. El monitor recoge información actual sobre qué está pasando en el día de hoy o en este mismo instante en el sistema.
- Modo histórico. Para obtener información sobre monitorizaciones realizadas en días pasados guardadas en ficheros históricos. La figura 9 muestra un ejemplo de salida del monitor sar.



```
$ sar
00:00:00      CPU      %user      %nice      %system      %idle
00:05:00      all       0.09       0.00       0.08       99.83
00:10:00      all       0.01       0.00       0.01       99.98
...
11:15:00      all       0.02       0.00       0.02       99.96
11:20:00      all       0.44       0.00       0.20       99.36
11:25:00      all       0.05       0.00       0.02       99.92
```

	CPU	%user	%nice	%system	%idle
00:00:00	all	0.09	0.00	0.08	99.83
00:10:00	all	0.01	0.00	0.01	99.98
...					
11:15:00	all	0.02	0.00	0.02	99.96
11:20:00	all	0.44	0.00	0.20	99.36
11:25:00	all	0.05	0.00	0.02	99.92

Figura 9. Ejemplo de salida del monitor sar.

El funcionamiento del monitor (ver figura 10) se basa en dos órdenes complementarias entre sí:

- *SADC* (*System Activity Data Collector*) es el encargado de recolectar los datos que el sistema operativo guarda automáticamente en diversos contadores y que provienen de la actividad de cada componente. Como resultado de la recolección, la instrucción *SADC* generará un registro binario con toda la información obtenida.
- *SAR* (*System Activity Reporter*) es el encargado de transformar el registro binario a un fichero de texto legible con los datos solicitados por el usuario, ya sean de una ejecución en tiempo real o de ejecuciones anteriores.

## MONITORIZACIÓN

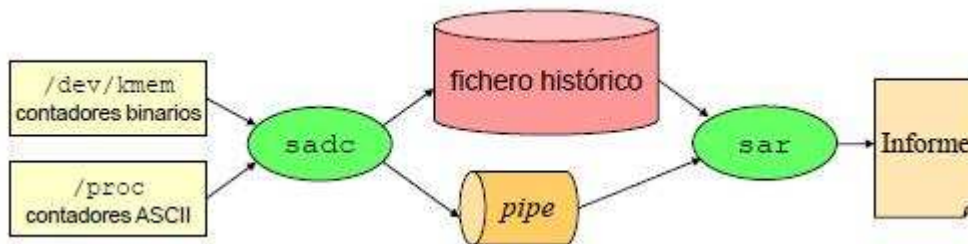


Figura 10. Funcionamiento monitor sar.

El monitor sar tiene una gran cantidad de parámetros según lo que interese medir cada vez que se ejecuta. Los parámetros más comunes de monitorización junto con las métricas asociadas son:

-a: informa del uso de las rutinas de acceso al sistema de ficheros de la máquina. Las métricas relacionadas son:

- **Iget/s**: número de llamadas a la rutina *iget()* por segundo.
- **Namei/s**: número de llamadas a la rutina de traducción de rutas *lookupn()* por segundo.
- **Dirblk/s**: número de bloqueos de lectura por segundo.

-b: informa de la actividad del buffer cache de la máquina. Las métricas que utiliza son:

- **Bread/s**: número de lecturas físicas realizadas por segundo desde un dispositivo de bloques con destino en el buffer del sistema.
- **Bwrit/s**: número de escrituras físicas realizadas por segundo desde el buffer con destino en un dispositivo de bloques.
- **Lread/s**: número de lecturas lógicas realizadas por segundo desde el buffer.
- **Lwrit/s**: número de escrituras lógicas realizadas por segundo al buffer.
- **%Rcache**: porcentaje de aciertos de lectura. Se puede calcular manualmente usando la fórmula (12).

$$\%rcache = 100 \times \frac{\frac{lread}{s} \frac{bread}{s}}{\frac{lread}{s}} \quad (12)$$

- **%Wcache**: porcentaje de aciertos de escritura. Se puede calcular manualmente usando la fórmula (13).

$$\%rcache = 100 \times \frac{\frac{lwrit}{s} - \frac{bwrit}{s}}{\frac{lwrit}{s}} \quad (13)$$

- **Pread/s**: número de lecturas realizadas por segundo desde un dispositivo de caracteres.
- **Pwrit/s**: número de escrituras realizadas por segundo a un dispositivo de caracteres.

**-B**: informa sobre la actividad de los buffer de copia que hay en el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Cpybuf/s**: número de buffer solicitados por segundo.
- **Slcpybuf/s**: número de veces que los procesos tienen que detener su ejecución esperando por un buffer de copia.

**-c**: informa acerca de las llamadas al sistema. Las métricas de monitorización son:

- **Scall/s**: número de llamadas al sistema de todos los tipos que siguen realizadas por segundo.
- **Sread/s**: número de llamadas al sistema realizadas por segundo a rutinas de los tipos “*read()*” y/o “*readv()*”.
- **Swrit/s**: número de llamadas al sistema realizadas por segundo a rutinas de los tipos “*write()*” y/o “*writv()*”.
- **Fork/s**: número de llamadas al sistema realizadas por segundo a rutinas de los tipos “*fork()*” y “*vfork()*”.
- **Exec/s**: número de llamadas al sistema realizadas por segundo a rutinas del tipo “*exec()*”.
- **Rchar/s**: número de caracteres transferidos en llamadas al sistema de lectura realizadas por segundo, usando dispositivos de bloque únicamente.
- **Wchar/s**: número de caracteres transferidos en llamadas al sistema de escritura realizadas por segundo, usando dispositivos de bloque únicamente.

**-d**: informa de la actividad de cada dispositivo de bloques del sistema, como discos duros o unidades de cinta. Las métricas relacionadas son:

## MONITORIZACIÓN

- **%Busy**: porcentaje del tiempo en el que el dispositivo está ocupado sirviendo alguna transferencia solicitada.
- **Avque**: número medio de solicitudes pendientes de finalización.
- **R+w/s**: número de transferencias a y desde el dispositivo realizadas por segundo.
- **Blks/s**: número de bloques de 512 Bytes transferidos por segundo.
- **Avwait**: tiempo medio en milisegundos que las solicitudes de transferencia tienen que esperar en cola.
- **Avserv**: tiempo medio en milisegundos para completar una transferencia de datos.

**-F**: informa de la actividad del buffer de punto flotante que hay en el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Prfp**: número de procesos que necesitan hardware de punto flotante.
- **Prfem**: número de procesos que necesitan emulación de punto flotante.
- **%Prfp**: porcentaje de procesos que necesitan hardware de punto flotante.
- **%Prfem**: porcentaje de procesos que necesitan emulación de punto flotante.

**-g**: informa de las solicitudes de entrada/salida en serie que ocurren en el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Ovsiow/s**: número de interrupciones hardware acontecidas por segundo.
- **Ovsiodm/s**: número de desbordamientos del buffer DMA sucedidos por segundo.
- **Ovclist/s**: número de desbordamientos del buffer de caracteres sucedidos por segundo.

**-h**: informa de los buffer de entrada/salida que utiliza el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Mpbf/s**: número de buffer usados para realizar entrada/salida vectorizada asignados por segundo.

- **Mphbf/s:** número de solicitudes de cabeceras para realizar entrada/salida vectorizada realizadas por segundo.
- **Pbf/s:** número de buffer usados para realizar entrada/salida asíncrona asignados por segundo.
- **Dmabf/s:** número de buffer usados para realizar entrada/salida por DMA asignados por segundo.
- **Ompbf/s:** número de veces que el sistema se agota por los buffer para entrada/salida vectorizada ocurridas por segundo.
- **Omphbf/s:** número de veces que el sistema se agota por las solicitudes de cabeceras para entrada/salida vectorizada ocurridas por segundo.
- **Spbf/s:** número de veces que los procesos tienen que detenerse esperando un buffer para entrada/salida asíncrona ocurridas por segundo.
- **Sdmabf/s:** número de veces que los procesos tienen que detenerse esperando un buffer entrada/salida por DMA ocurridas por segundo.

**-i:** informa de las interrupciones que afectan al procesador. Las métricas relacionadas son:

- **Cpuint\_s/s:** número de interrupciones del procesador enviadas por segundo.
- **Cpuint\_r/s:** número de interrupciones del procesador recibidas por segundo.
- **IOcpuint/s:** número de interrupciones para realizar entrada/salida ocurridas por segundo.

**-j:** informa del número de interrupciones tratadas por el manejador de interrupciones del procesador. La métrica relacionada es:

- **Ints/s:** número de interrupciones tratadas por el manejador por segundo.

**-k:** informa de las actividades de asignación de memoria del núcleo del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Sml\_mem:** cuantía de memoria, en Bytes, que el sistema dispone para solicitudes de memoria pequeñas, pudiendo ser agrupadas en un único espacio.

## MONITORIZACIÓN

- **Sml\_alloc:** número de Bytes asignados para satisfacer solicitudes de memoria pequeñas.
- **Sml\_fail:** número solicitudes de memoria pequeñas que no fueron satisfechas.
- **Lrg\_mem:** cuantía de memoria, en Bytes, que el sistema dispone para solicitudes de memoria grandes, pudiendo ser agrupadas en un único espacio.
- **Lrg\_alloc:** número de Bytes asignados para satisfacer solicitudes de memoria grandes.
- **Lrg\_fail:** número solicitudes de memoria grandes que no fueron satisfechas.
- **Ovs\_alloc:** cuantía de memoria asignada para las solicitudes de mayor tamaño, no pudiendo ser agrupadas en un único espacio y necesitando, por tanto, usar memoria dinámica.
- **Ovs\_fail:** número de solicitudes de mayor tamaño que no fueron satisfechas.

**-L:** informa de la actividad de los cerrojos del sistema que varían durante el tiempo de monitorización. Las métricas relacionadas son:

- **Sleep/s:** número de veces que los procesos tienen que detenerse por quedar bloqueados en el cerrojo por segundo.
- **Usp-sl/s:** número de veces que los procesos bloqueados tienen que volver a detenerse porque otro proceso ha adquirido el cerrojo.
- **Ksp-sl/s:** número de veces que el núcleo modifica el cerrojo para cambiar la forma en la que los procesos se bloquearán por segundo.
- **Sp-acq/s:** número de veces que los procesos bloqueados consiguen pasar el cerrojo por segundo.

**-m:** informa de los sistemas de comunicación de procesos mediante semáforos y colas de mensajes. Las métricas relacionadas son:

- **Msg/s:** número de primitivas de mensajes utilizadas por segundo.
- **Sema/s:** número de primitivas de semáforos usadas por segundo.

**-n:** informa de la actividad de la memoria cache de traducción de direcciones. Las métricas relacionadas son:

- **C\_hits:** número aciertos al buscar la dirección de un dato en la memoria cache.
- **Cmisses:** número de fallos al buscar la dirección de un dato en la memoria cache que requieren, por tanto, la búsqueda del mismo en el disco duro.
- **%Hits:** porcentaje de aciertos de la cache. Se puede calcular manualmente usando la fórmula (14):

$$\%hits = 100 \times \frac{c\_hits}{c\_hits + cmisses} \quad (14)$$

**-O:** informa de las solicitudes de entrada/salida asíncrona que ocurren en el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Read/s:** número de lecturas por entrada/salida asíncrona solicitadas por segundo.
- **Write/s:** número de escrituras por entrada/salida asíncrona solicitadas por segundo.
- **Blks/s:** número de bloques que están siendo tratados (tanto en lectura como en escritura) de forma asíncrona por segundo.
- **%Direct:** porcentaje de solicitudes que son redirigidas al controlador del disco correspondiente por funciones de entrada/salida asíncrona.

**-p:** informa de las actividades de paginación del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Vflt/s:** número de fallos en la traducción de direcciones ocurridos por segundo porque la página necesaria no está en memoria.
- **Pflt/s:** número de fallos de página ocurridos por segundo porque se intenta escribir en una página protegida.
- **Pgfil/s:** número de fallos ocurridos en la traducción de direcciones por segundo satisfechos por el sistema de ficheros.
- **Rclm/s:** número de páginas añadidas a la lista de huecos libres.

## MONITORIZACIÓN

**-q:** informa de la actividad de las colas de procesos afectados por el sistema de memoria virtual de la máquina. Las métricas relacionadas son:

- **Runq-sz:** número de procesos en ejecución que están en memoria principal.
- **%Runocc:** porcentaje de ocupación de la cola de ejecución en memoria principal.
- **Swpq-sz:** número de procesos en ejecución que están en el espacio de intercambio.
- **%Swpocc:** porcentaje de ocupación de la cola de ejecución en el espacio de intercambio.

**-Q:** informa de los procesos bloqueados en el sistema. Las métricas relacionadas son:

- **PltoCPU:** número de procesos bloqueados en los procesadores.
- **%PltoCPU:** porcentaje del número total de procesos que se están ejecutando en el sistema y que están bloqueados en los procesadores.

**-r:** informa de la disponibilidad de las páginas de memoria del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Freemem:** número de páginas de 4 Kilobytes disponibles para ser usadas por los procesos.
- **Freeswap:** número de bloques de disco de 512 Bytes disponibles como espacio de intercambio.

**-R:** informa de la actividad de programación de procesos del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Dptch/s:** número de veces que el sistema de disparo se ejecuta por segundo.
- **Idler/s:** número de veces que el sistema de bloqueo se ejecuta por segundo.
- **Swidle/s:** número de veces que el sistema de bloqueo cambia por segundo.

**-S:** informa de la actividad de componentes SCSI instalados en el sistema. Las métricas relacionadas son:



- **Reqblk/s:** número de solicitudes de bloques SCSI realizadas por segundo.
- **Oreqblk/s:** número de veces que el sistema se agota por las solicitudes de bloques SCSI por segundo.

**-u:** informa de la utilización del procesador del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **%Usr:** porcentaje de tiempo que se ejecuta en modo usuario.
- **%Sys:** porcentaje de tiempo que se ejecuta en modo sistema.
- **%Wio:** porcentaje de tiempo que se encuentra bloqueado porque los procesos están esperando para realizar entrada/salida.
- **%Idle:** porcentaje de tiempo que se encuentra bloqueado por cualquier otro motivo.

**-v:** informa del estado de las tablas del núcleo del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Proc-sz:** número de entradas usadas en la tabla de procesos.
- **Inod-sz:** número de entradas usadas en la tabla de inodos.
- **File-sz:** número de entradas usadas en la tabla de ficheros abiertos.
- **Lock-sz:** número de entradas usadas en la tabla de registros bloqueados.
- **Ov:** número de desbordamientos ocurridos en cada tabla.

**-w:** informa de la actividad del sistema de intercambio de la máquina. Las métricas relacionadas son:

- **Swpin/s:** número de transferencias entre el espacio de intercambio y la memoria realizadas por segundo.
- **Swpot/s:** número de transferencias entre la memoria y el espacio de intercambio realizadas por segundo.
- **Bswin/s:** número de páginas de 4 Kilobytes transferidas entre el espacio de intercambio y la memoria por segundo.
- **Bswin/s:** número de páginas de 4 Kilobytes transferidas entre la memoria y el espacio de intercambio por segundo.

## MONITORIZACIÓN

- **Pswch/s**: número de cambios de contexto realizados por segundo.

-y: informa de la actividad del terminal TTY del sistema. Las métricas relacionadas son:

- **Rawch/s**: número de caracteres de entrada procesados por segundo.
- **Canch/s**: número de caracteres de entrada que aparecen en la cola de entrada procesados por segundo.
- **Outch/s**: número de caracteres de salida procesados por segundo.
- **Rcvin/s**: número de interrupciones hardware recibidas por segundo.
- **Smtin/s**: número de interrupciones hardware enviadas por segundo.
- **Mdmin/s**: número de interrupciones por módem procesadas por segundo.

### *2.2.4.2.- Monitorización de sistemas informáticos en EMSI*

*EMSI* dispone de un módulo que permite obtener gráficas descriptivas de las métricas que se necesiten para poder evaluarlas y compararlas fácilmente a partir de los datos de monitorización obtenidos en un sistema tras ejecutar convenientemente el monitor *SAR*. La pestaña de la aplicación dedicada a la monitorización del sistema es “***System Activity Reporter***”, se puede ver en la figura 11 y en ella el usuario podrá:

1. Seleccionar la opción de monitorización que desea aplicar, así como el número de muestras y el intervalo temporal de separación que más le convenga según la monitorización previa realizada.
2. Introducir los datos correspondientes a cada una de las métricas relacionadas con la opción de monitorización escogida.

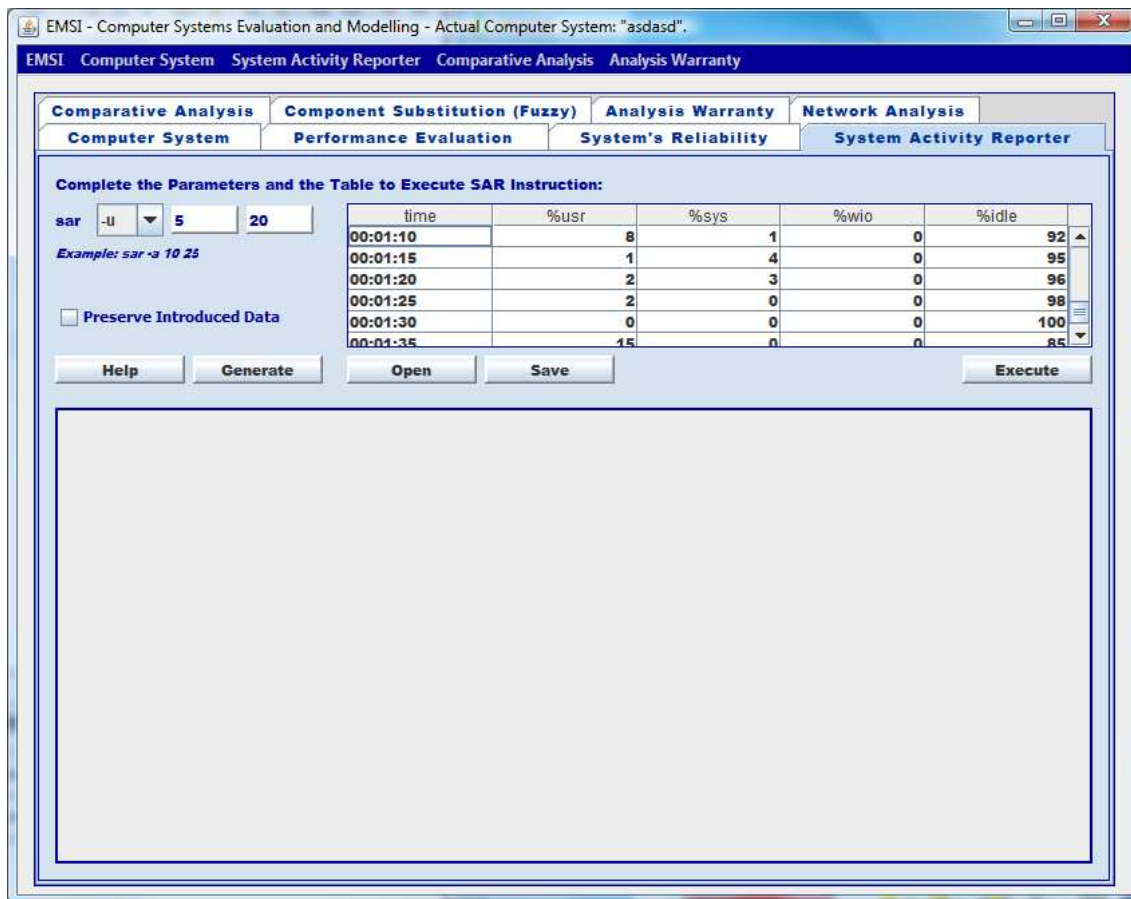


Figura 11. System Activity Reporter.

3. Generar gráficas como las de la figura 12 a partir de la información obtenida que permitan comparar fácilmente la evolución temporal de cada métrica. De esta forma se evaluará de forma visual cuál de ellas tiene un comportamiento inapropiado para así actuar sobre el sistema monitorizado de la forma más adecuada.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede aprender a interpretar los resultados presentados por el monitor sar de una forma muy intuitiva a través de las gráficas creadas por la aplicación EMSI.

## MONITORIZACIÓN

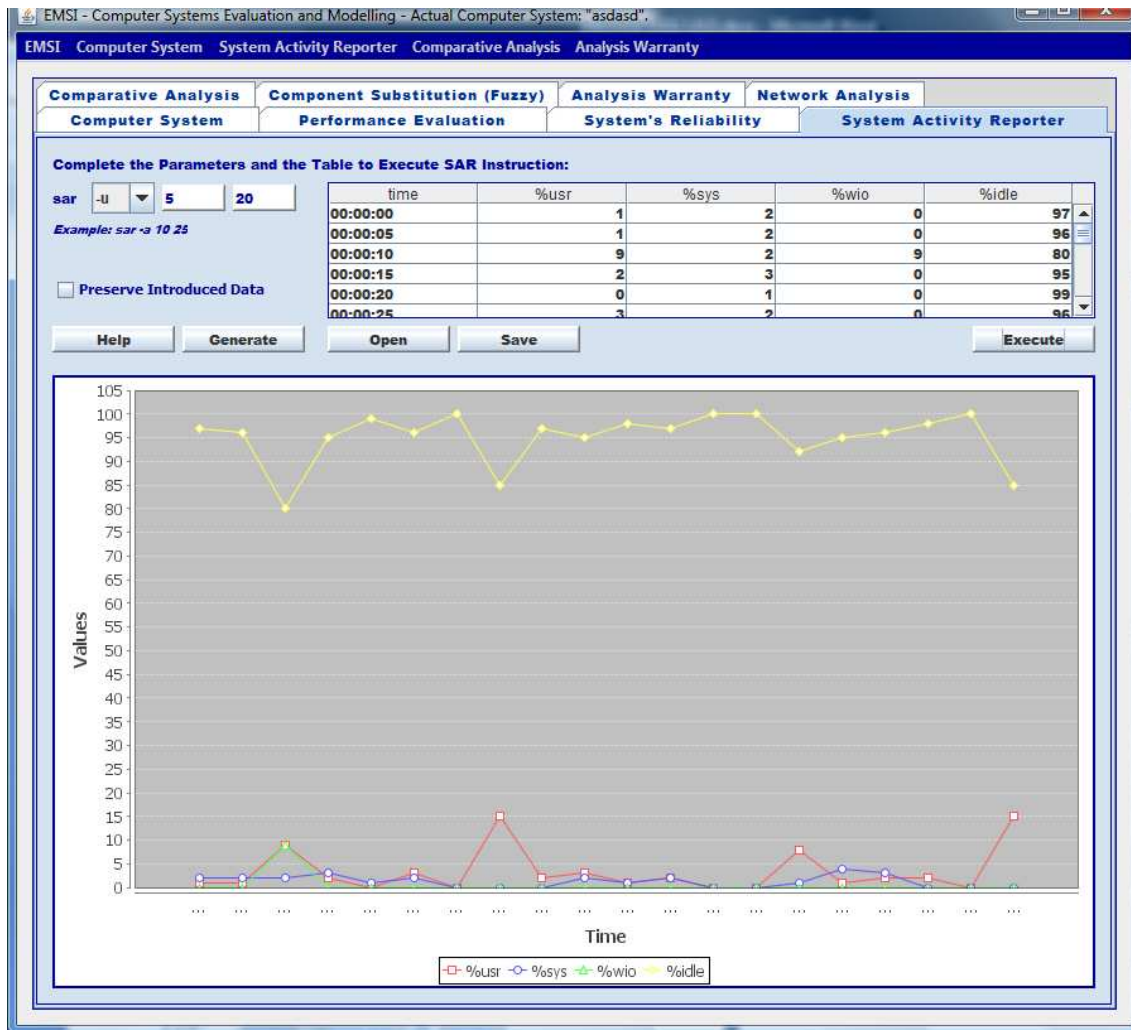


Figura 12. Ejemplo gráfica System Activity Reporter.

### 2.2.5.- Análisis comparativo de sistemas

La comparación de sistemas para saber cuál de ellos se comporta mejor ante una carga determinada es un aspecto muy importante si el computador se va a dedicar a unas aplicaciones específicas en vez de a un uso general. Para ello se usa la referenciación, una técnica usada para la comparación de rendimientos de sistemas ante una misma carga.

Existen varios índices para medir el rendimiento, las más utilizadas han sido los MIPS (*Million Instructions Per Second*) y MFLOPS (*Million Floating point Operations Per Second*), cuya definición matemática viene dada por las ecuaciones (15) y (16).

$$MIPS = \frac{\text{Instrucciones ejecutadas}}{\text{Tiempo de ejecución} \times 10^6} = \frac{\text{Frecuencia de reloj de la CPU}}{CPI \times 10^6} \quad (15)$$

$$MFLOPS = \frac{\text{Operaciones de coma flotante ejecutadas}}{\text{Tiempo de ejecución} \times 10^6} \quad (16)$$

Sin embargo ninguna de estas dos medidas es realmente fiable. Los MIPS no tienen en cuenta el repertorio de instrucciones y un sistema que utilice más instrucciones que otro no tiene por qué ser más lento. El repertorio de instrucciones en coma flotante varía de una arquitectura a otra y, dentro de una misma arquitectura, cada instrucción tiene un tiempo distinto que puede variar según los operandos, no es lo mismo una suma que una multiplicación por ejemplo, por ellos los MFLOPS tampoco son adecuados. Para intentar solucionar este problema se utilizan los MFLOPS normalizados que consideran la complejidad de las operaciones en coma flotante. Sin embargo siguen teniendo las mismas desventajas que los MIPS.

Por todo esto se considera como medida más fiable el tiempo de ejecución, que puede calcularse mediante (17). Al ejecutar un determinado programa, un dato completamente objetivo es que un sistema rendirá mejor que otro si es capaz de ejecutarlo en menos tiempo.

$$\text{Tiempo de ejecución} = I \times CPI \times T_c \quad (17)$$

Éste depende exclusivamente del número de instrucciones que se tienen que ejecutar ( $I$ ), del promedio de ciclos que la máquina tarda en completar una instrucción ( $CPI$ ) y del periodo de reloj del procesador ( $t_c$ , equivalente a la inversa de la frecuencia). Se puede encontrar más información sobre este tema en [12].

#### 2.2.5.1.- Medidas estadísticas de tendencia central

Expresar el rendimiento no es sencillo, ya que es una variable multidimensional, y para ello habría que expresar muchos índices. Sin embargo, a la hora de comparar dos sistemas entre sí resulta más sencillo si se utiliza un único índice de rendimiento. Como el objetivo es expresar todas las variables en una sola, lo más utilizado son las medias.

Existen tres tipos de media utilizadas para expresar rendimiento:

- **Media aritmética.** Útil para tiempos de respuesta, no se ha de utilizar con ratios. La expresión que determina su valor es (18).

$$X_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (18)$$

- **Media armónica.** Útil cuando los valores son ratios con unidades de tiempo en el denominador (MIPS, MFLOPS). No se ha de utilizar con tiempos de respuesta. Se puede calcular su valor numérico mediante (19).

$$X_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{X_i}} \quad (19)$$

- **Media geométrica.** No es útil ni para tiempos de respuesta ni para ratios, sin embargo mantiene el mismo orden en las comparaciones con valores normalizados. Su ecuación es (20).

$$X_g = (\prod_{i=1}^n X_i)^{\frac{1}{n}} \quad (20)$$

Una mejora que generaliza estas medidas son las ecuaciones de las medias ponderadas de la media aritmética (21), geométrica (22) y armónica (23) respectivamente.

$$\bar{x}_{A,w} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n = \sum_{i=1}^n w_i x_i \quad (21)$$

$$\bar{x}_{G,w} = x_1^{w_1} x_2^{w_2} \dots x_n^{w_n} = \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \quad (22)$$

$$\bar{x}_{H,w} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{x_i}} \quad (23)$$

Eligiendo como medida los tiempos de ejecución de las aplicaciones, podemos aplicar estas expresiones considerando que:

- $n$  es el número de programas considerados.
- $x_i$  es el tiempo que la máquina tarda en ejecutar cada programa.
- $w_i$  es el peso o importancia que le queremos dar a cada programa en los resultados.

Además, si son  $m$  el número de sistemas a comparar, tendremos  $m$  resultados diferentes para la media aritmética,  $m$  para la media geométrica y  $m$  para la media armónica.

Para normalizar rendimientos una vez obtenidos los resultados de las medias, el índice que se suele utilizar es el ratio, un cociente entre los valores de la máquina de referencia y los valores de cada sistema para obtener las aceleraciones de cada uno respectivamente.

Cuando se obtienen resultados diferentes de rendimiento tras la ejecución de  $n$  programas en dos máquinas distintas es necesario saber si las diferencias son significativas o no, para ello no queda más remedio que utilizar mecanismos estadísticos como son los intervalos de confianza. La fórmula para las diferencias se puede calcular mediante (24).

$$\bar{x} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (24)$$

Para discernir si las prestaciones de dos máquinas son diferentes realmente o no, necesitamos utilizar el concepto de nivel de confianza del intervalo. El tanto por uno se representa como  $1-\alpha$ , aunque generalmente, por ser más intuitivo, se suele representar como porcentaje. Por ejemplo:

$$\text{Nivel de confianza} = 90\% \rightarrow 1-\alpha = 0,9 \rightarrow \alpha = 0,1$$

$$\text{Nivel de confianza } 95\% \rightarrow 1-\alpha = 0,95 \rightarrow \alpha = 0,05$$

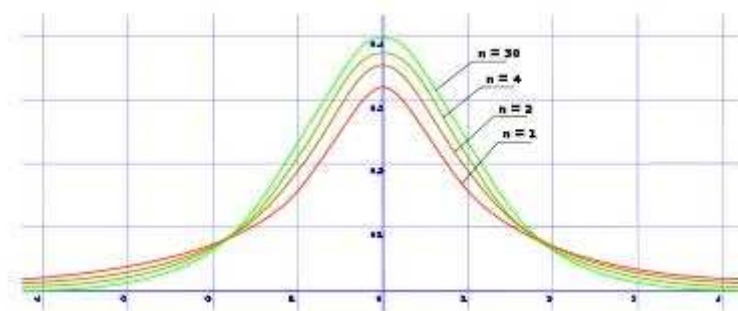


Figura 13. Gráfica t de Student.

La utilización de intervalos de confianza permite obtener conclusiones rápidas, intuitivas y fáciles de interpretar.

### 2.2.5.2.- Análisis comparativo de sistemas en EMSI

EMSI dispone de una pestaña que ofrece la posibilidad de realizar todos los cálculos relativos a la comparación de sistemas para una carga determinada de forma automática y obtener gráficos e informes descriptivos. La pestaña de la aplicación dedicada a la evaluación del rendimiento es *‘Comparative Analysis’* y en ella el usuario puede:

1. Indicar el número de programas ejecutados y el número de máquinas que desea comparar con una máquina de referencia que aparece por defecto.
2. Introducir los datos correspondientes a los tiempos de ejecución de cada programa en cada una de las máquinas que intervienen en las operaciones posteriores como se puede ver en la figura 14 y salvarlos para no tener que volver a introducirlos en otras ocasiones.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "asdasd".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Analysis Warranty Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Data and the Table to Compare Computers: E.T -> Execution Time (in seconds)

Number of Programs: 12

Number of Systems: 2

☐ Preserve Introduced Data

Program A	Program Weights	Reference System	System1 (E.T)	System2 (E.T)
Program 6	0,08	786	642	642
Program 7	0,08	777	786	767
Program 8	0,08	780	675	675
Program 9	0,08	700	682	573
Program 10	0,08	720	710	687
Program 11	0,08	1.500	1.342	1.208
Program 12	0,12			

Generate Open Save Execute Optimistic degree Uncertainty

Figura 14. Comparative Analysis.

3. Generar gráficas que permitan evaluar fácilmente las media normalizadas de cada sistema con respecto a la máquina de referencia.
4. Generar gráficas como las de la figura 15 que muestren los ratios resultantes al ejecutar cada programa en una máquina, comparándolos con los tiempos que cada uno tarda en la máquina de referencia.



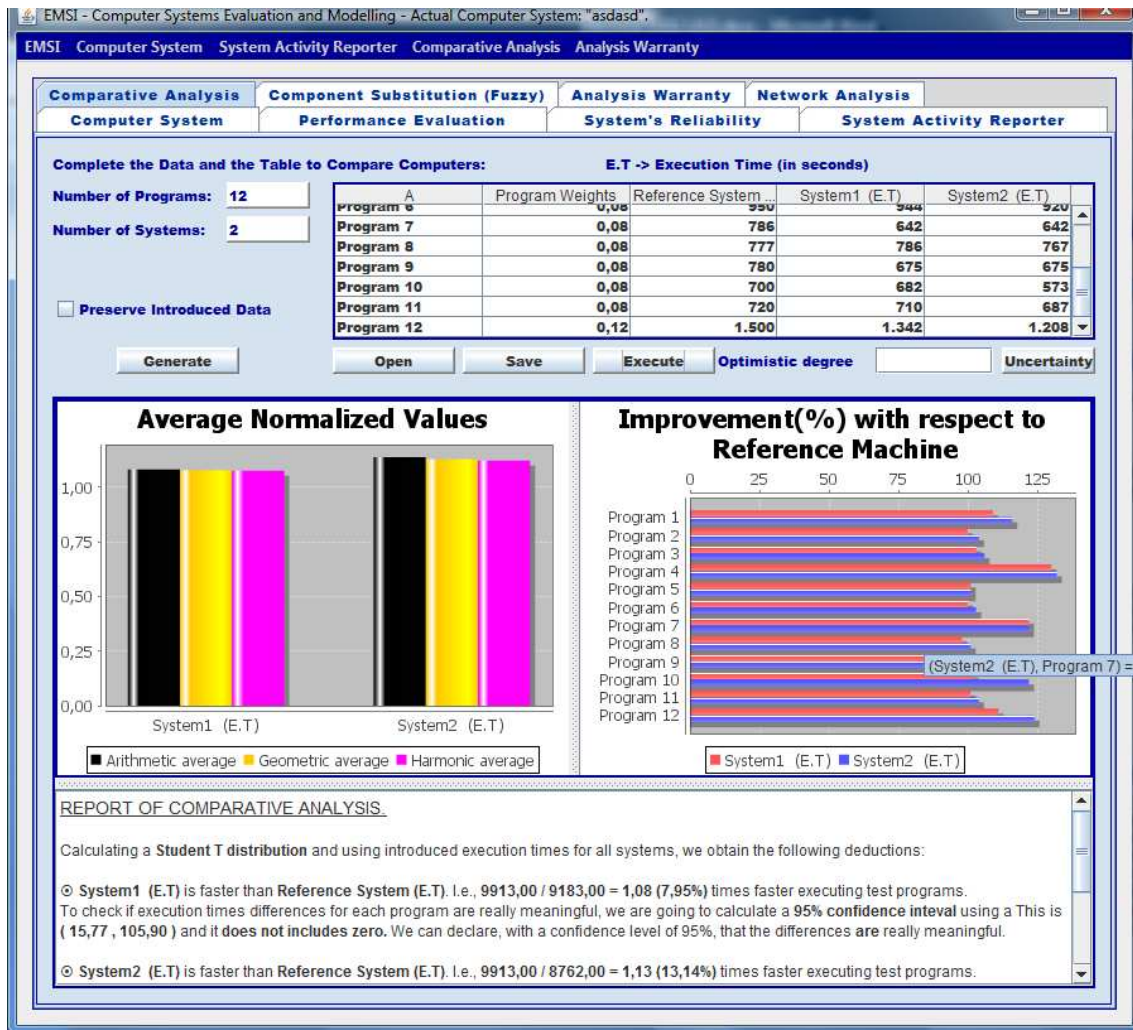


Figura 15. Gráfica comparación máquinas.

5. Generar informes que detallen cuánto más rápidos son los sistemas mostrados con respecto a los demás, incluido el sistema de referencia y los intervalos de confianza que indican si las diferencias entre ellos son significativas realmente. La figura 16 muestra un ejemplo de informe.

## ANALISIS COMPARATIVO

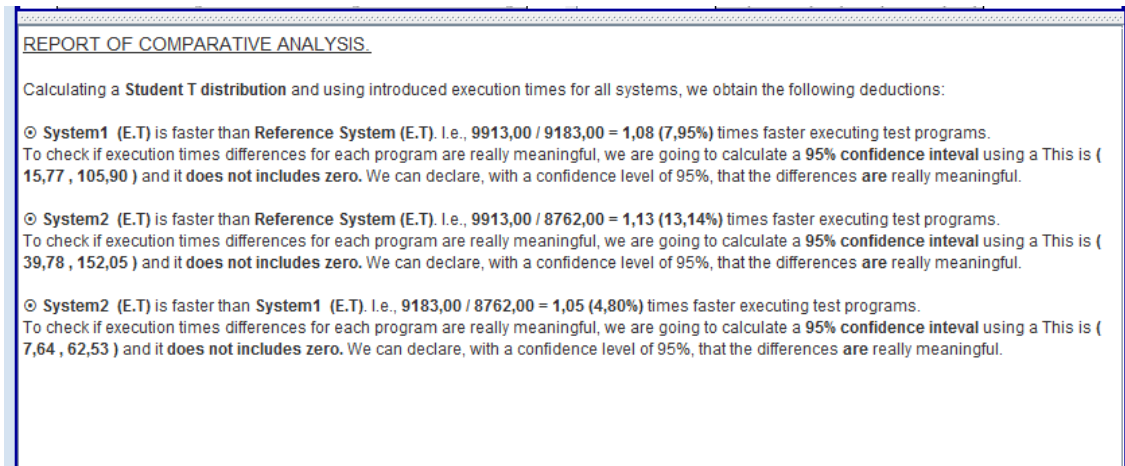


Figura 16. Informe comparación máquinas.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede aprender lo importante que es tener un sistema optimizado para el tipo de aplicaciones que se van a usar en el, observando la diferencia en los resultados según el tipo de media utilizada.

### 2.2.6.- Decisiones multicriterio y lógica difusa

En numerosos entornos de simulación resulta necesario tomar algún tipo de decisión por parte de los agentes involucrados. Se hace necesario recurrir a algún tipo de estrategia basada en la Teoría de la Decisión. Existen diversos métodos y estrategias dentro de este paradigma para decidir sobre la alternativa a elegir en la decisión. En este apartado de la memoria se utiliza el enfoque conocido como Teoría de la Decisión Multicriterio (MCDM) bajo la perspectiva de la lógica borrosa o fuzzy. Con ello se consigue introducir un componente aleatorio en el entorno de simulación donde el aspecto determinista de las decisiones se sustituye por una componente predominantemente aleatoria.

La toma de decisiones consiste en el estudio de los problemas en los que, teniendo en cuenta las posibles consecuencias y las circunstancias que los rodean, se hace necesario elegir entre diferentes alternativas. Habrá que examinar todas las alternativas para poder seleccionar la más válida. La toma de decisiones utilizando varios criterios diferentes (MCDM), se dedica a priorizar, clasificar o seleccionar un conjunto de alternativas (candidatos), normalmente bajo criterios en conflicto. Por lo tanto, para que se pueda utilizar MCDM, es necesario que exista más de un criterio y, a ser posible, que estén en conflicto entre sí.

Un problema puede considerarse como multicriterio si y sólo si existen al menos dos criterios en conflicto y existen al menos dos alternativas de solución. Una vez identificados éstos, se debe definir una meta u objetivo a alcanzar así como los atributos

o características que se utilizarán para describir cada una de las alternativas. Estas características podrán ser cuantitativas (objetivas) o cualitativas (subjetivas).

Un problema de decisión multicriterio está formado por:

- Los **valores** que tiene cada alternativa con respecto a los diferentes criterios que se usarán en la toma de decisiones.
- Los **pesos** relacionados con cada criterio correspondiendo con la importancia que éstos tienen en la decisión final.

Es necesario un valor que relacione cada alternativa con cada criterio, por ello, se hace necesario modelar los diferentes grados de incertidumbre existentes en el problema. Existen numerosas publicaciones tratando el problema de decisión multicriterio mediante lógica difusa, se puede consultar [16], [17], [18], [19], [20].

#### 2.2.6.1.- Números triangulares difusos.

Un conjunto es una colección de objetos (elementos), bien especificados que poseen una propiedad común. Según su número de elementos, un conjunto se puede clasificar como finito o infinito (numerable o no numerable). Un conjunto ordinario se puede definir de varias formas:

- Enumerando los elementos que lo componen. Para un conjunto E finito, de n elementos, se tendría, por ejemplo, la representación de la expresión (25).

$$E = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (25)$$

- Por descripción analítica de una propiedad que caracterice a todos los miembros del conjunto. Por ejemplo,  $A = \{x \mid x \leq 7\}$ .
- Usando la función característica, también llamada función de pertenencia, para definir sus elementos. Si llamamos  $m_A(x) \mid U \rightarrow \{0,1\}$  a dicha función de pertenencia, siendo U el conjunto universal, se tiene lo expresado por las ecuaciones (26) y (27).

$$m_A(x) = 1 \text{ si } x \in A \quad (26)$$

$$m_A(x) = 0 \text{ si } x \notin A \quad (27)$$

Así, un conjunto A esta completamente definido por (28).

$$A = \{(x, m_A(x)) : x \in U, m_A(x) \in \{0,1\}\} \quad (28)$$

Si la función de pertenencia para un valor dado de x toma el valor 1, ese valor es un elemento del conjunto; si toma el valor cero, no pertenece al conjunto.

En un conjunto difuso, sin embargo, la cuestión de pertenencia de un elemento al conjunto no es cuestión de todo o nada, sino que son posibles diferentes grados de pertenencia. La función de pertenencia puede tomar cualquier valor en el intervalo real  $[0, 1]$ , por lo que un conjunto difuso  $A$  queda definido de la siguiente manera:

$$A = \{(x, m_A(x)): x \in U, m_A(x) \in [0, 1]\} \quad (29)$$

El concepto de convexidad juega también un papel importante en la teoría de conjuntos difusos. Las condiciones de convexidad se definen en referencia a la función de pertenencia. Se dice que un conjunto  $A$  es conexo si:

$$m_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min\{m_A(x_1), m_A(x_2)\}, \forall x_1, x_2 \in U \text{ y } \forall \lambda \in [0, 1] \quad (30)$$

Se llama  $\alpha$ -corte del conjunto difuso  $A$  al conjunto que tiene todos los valores de  $x$  con un valor de pertenencia o compatibilidad de al menos  $\alpha$ .

Un conjunto difuso  $A$  en  $R$  se llama número difuso si  $A$  es convexo y existe exactamente un punto,  $M \in R$ , con  $m_A(M) = 1$  ( $A_{\alpha=1} = M$ ). La expresión de tal número sería “Aproximadamente  $M$ ”.

Para una mejor manipulación suelen definirse los números difusos tipo L-R (left-right) como sigue:

$$\begin{aligned} m_A(x) &= L\left(\frac{M - x}{l}\right), \text{ si } x \leq M; l > 0 \\ &= R\left(\frac{x - M}{r}\right), \text{ si } x \geq M; r > 0 \end{aligned} \quad (31)$$

$L$  y  $R$  son funciones fuertemente decrecientes en  $R^+$ , con  $L(0) = R(0) = 1$ .  $M$  es llamado el valor central del número difuso.  $L$  y  $R$  son, respectivamente, las funciones de forma a izquierda y derecha, mientras que  $l$  y  $r$  son, respectivamente, la extensión, amplitud o dispersión a izquierda y derecha.

Los números difusos triangulares son, por su relativamente cómoda manipulación los más usados en la práctica, aunque diversos autores los han cuestionado. Son la versión más simple de número difuso L-R. Un número difuso triangular tiene, como su nombre indica, la forma triangular recogida en la figura 17 y puede ser definido mediante la terna  $(a_1, a_2, a_3)$ . En caso de querer profundizar más en este tema se puede consultar [15]

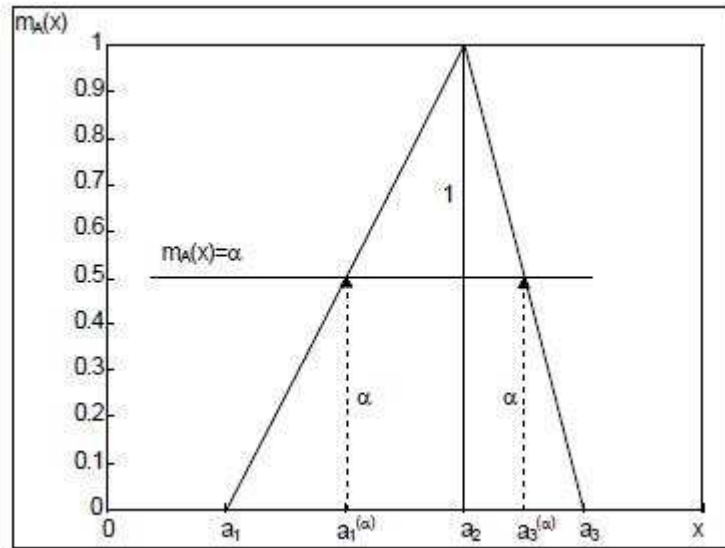


Figura 17. Número difuso triangular  $A = (a_1, a_2, a_3)$

La función de pertenencia para este número difuso triangular viene dada por:

$$\begin{aligned}
 m_A(x) &= 0, x < a_1 & (32) \\
 &= (x - a_1) / (a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2 \\
 &= (a_3 - x) / (a_3 - a_2), & a_2 \leq x \leq a_3 \\
 &= 0, & x > a_3
 \end{aligned}$$

#### 2.2.6.2.- Método para el cálculo de la mejor y la peor alternativa

Los criterios que forman parte de un problema de decisión se clasifican como:

- Criterios de **beneficio**, donde las alternativas que tengan un mayor valor son mejores para la toma de decisiones.
- Criterios de **coste**, donde las alternativas que tengan un menor valor son mejores para la toma de decisiones.

En el caso que trata este proyecto, la evaluación de sistemas informáticos, dos criterios que es conveniente enfrentar son rendimiento y fiabilidad ya que muchas veces van de la mano y un componente con un mayor rendimiento tiene, sin embargo, peores valores en cuanto a fiabilidad se refiere.

Se tratará de seleccionar la peor alternativa en cuanto a rendimiento y fiabilidad, esto es, el componente que se deba sustituir en primer lugar en caso de ser necesario. Para ello se utilizará el concepto de número triangular difuso expuesto anteriormente.

Se calcularán los números triangulares difusos asociados a la fiabilidad y al rendimiento de cada componente del sistema y se utilizará un valor  $\alpha$  para marcar la separación entre los extremos y el valor central.

Cada valor del número triangular asociado a cada componente se multiplicará por el peso que se le haya dado al criterio en cuestión (rendimiento o fiabilidad), el resultado será otro número triangular, ahora normalizado.

El siguiente paso en la toma de decisiones consiste en el cálculo de la distancia euclídea entre cada uno de los números triangulares normalizados obtenidos en la etapa anterior con las soluciones ideales positiva  $p^+(1,1,1)$  y negativa  $p^-(0,0,0)$ .

$$d = \sqrt{\frac{(x_1 - a_1)^2 + (x_2 - a_2)^2 + (x_3 - a_3)^2}{3}} \quad (33)$$

Las distancias euclídeas obtenidas para cada criterio se sumarán para calcular la distancia total de cada alternativa o componente  $i$  que forma parte del sistema informático a la mejor solución,  $D_i^+$ , y la distancia total a la peor solución,  $D_i^-$ .

A partir de estas distancias totales, sólo nos queda combinar las distancias obtenidas utilizando la siguiente fórmula:

$$P_i = \frac{D_i^- + n - D_i^+}{2 \times n} \quad (34)$$

Siendo  $D_i^+$  y  $D_i^-$  cada una de las sumas de distancias anteriormente mencionadas y  $n$  el número de criterios a considerar, se calculan los pesos para cada componente.

El vector obtenido reflejará cuál es la mejor (mayor valor) y la peor (menor valor) alternativa del sistema informático que estamos considerando. Así, y utilizando el rendimiento y la fiabilidad como criterios de comparación, el componente con menor valor será el principal candidato para ser sustituido.

#### 2.2.6.3.- Decisiones multicriterio y lógica difusa en EMSI

EMSI dispone de un módulo que permite realizar todos estos cálculos de forma automática y obtener resultados e informes descriptivos que permitan elegir qué componente sustituir para mejorar el rendimiento y la fiabilidad de nuestro sistema

informático. La pestaña de la aplicación dedicada a los cálculos con lógica difusa es “*Component Substitution (Fuzzy)*” y en ella el usuario podrá:

1. Indicar el tiempo de uso, el porcentaje de utilización y la función de fiabilidad relacionados con cada componente del sistema informático para calcular los resultados del criterio de fiabilidad.
2. Indicar el porcentaje de mejora que tendrá la alternativa que sustituirá a cada componente para obtener los resultados relacionados con el criterio de rendimiento.
3. Indicar los pesos de cada criterio en los cálculos y la separación existente entre los valores extremos y el central de cada número triangular.
4. Obtener los números triangulares que representan los criterios de fiabilidad y de rendimiento así como las distancias de cada uno de ellos con la mejor y la peor solución.
5. Obtener un orden de sustitución adecuado para todos los componentes que forman el sistema informático que permita mejorar el rendimiento y la fiabilidad del mismo conforme a los datos introducidos.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede introducirse en el mundo del softcomputing a través de la lógica difusa y ver cómo afecta el peso de los parámetros a la hora de obtener unos resultados en un ámbito concreto, en este caso la sustitución de componentes de un sistema informático.

En la figura 18 se puede observar un caso de uso de la pestaña. Se supone un sistema informático con las características que se ven en la imagen:

## LÓGICA DIFUSA

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Analysis Warranty Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Check the Data from the Table and Complete Empty Cells with Correct Values:

Name	Category	Use Time (Months)	Use Percentage (%)	Reliability Function	Alternative Improve (%)
Intel Core 2 Duo	Processor	10	50	Exponential Distri...	20
Hard Disk	Internal Hard Disk	12	30	Exponential Distri...	50
Memory (Slot1)	Memory	5	60	Exponential Distri...	30

<<< Previous Step Next Step >>>

Figura 18. Component Substitution (Fuzzy)

Se le añade valor a los parámetros (si no se han añadido previamente) tal y como se ve en la figura 19.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Analysis Warranty Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete Function Parameters for All Components for Each Kind of Statistics Distribution:

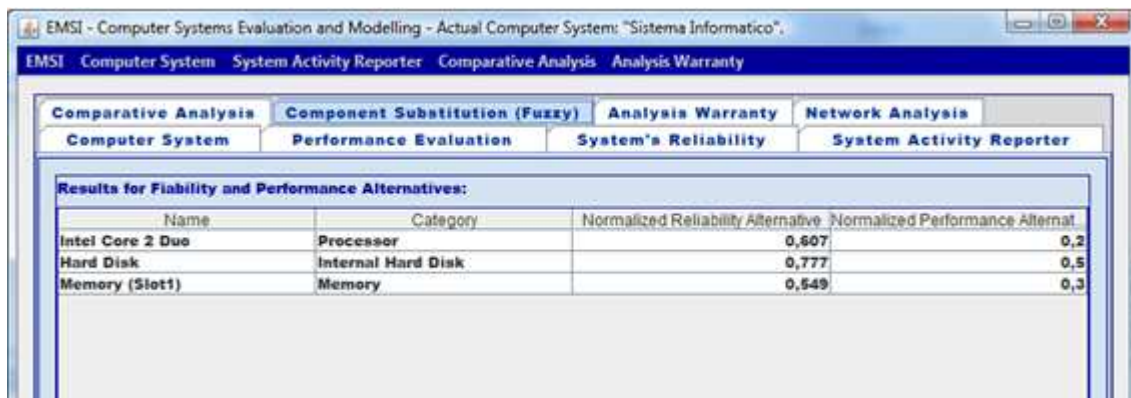
Name	Category	Reliability Function	Lambda
Intel Core 2 Duo	Processor	Exponential Distribution	0.1
Hard Disk	Internal Hard Disk	Exponential Distribution	0.07
Memory (Slot1)	Memory	Exponential Distribution	0.2

<<< Previous Step Next Step >>>

Figura 19. Parámetros Component Substitution (Fuzzy).



Los resultados para el criterio de fiabilidad que se obtienen y los rendimientos normalizados serán los presentados en la figura 20.

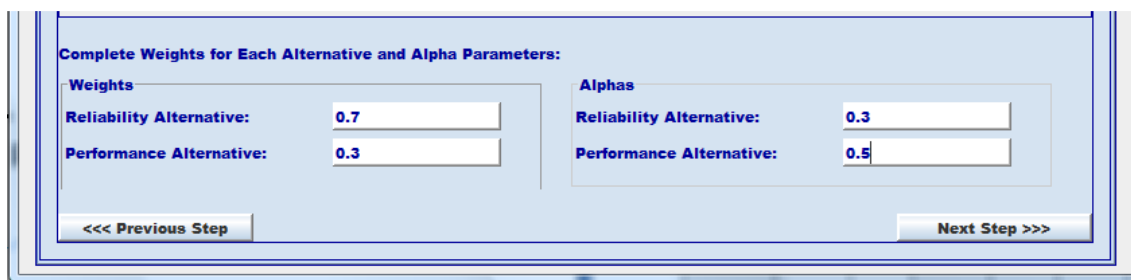


The screenshot shows the EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico". The interface includes tabs for Comparative Analysis, Component Substitution (Fuzzy), Analysis Warranty, and Network Analysis. Under Comparative Analysis, there are sub-tabs for Computer System, Performance Evaluation, System's Reliability, and System Activity Reporter. The main display area shows "Results for Fiability and Performance Alternatives:" with a table containing the following data:

Name	Category	Normalized Reliability Alternative	Normalized Performance Alternat
Intel Core 2 Duo	Processor	0,607	0,2
Hard Disk	Internal Hard Disk	0,777	0,5
Memory (Slot1)	Memory	0,549	0,3

Figura 20. Resultados normalizados.

Ahora se rellenaran los valores que se usarán para el cálculo de los números triangulares (ver figura 21).



The screenshot shows the "Complete Weights for Each Alternative and Alpha Parameters:" section. It contains two columns of input fields. The left column is labeled "Weights" and the right column is labeled "Alphas".

Weights	Alphas
Reliability Alternative: 0.7	Reliability Alternative: 0.3
Performance Alternative: 0.3	Performance Alternative: 0.5

At the bottom, there are two buttons: "<<< Previous Step" and "Next Step >>>".

Figura 21. Parámetros números triangulares.

En el paso siguiente se obtendrán los números triangulares difusos, que son los que se pueden ver en la figura 22.

## LÓGICA DIFUSA

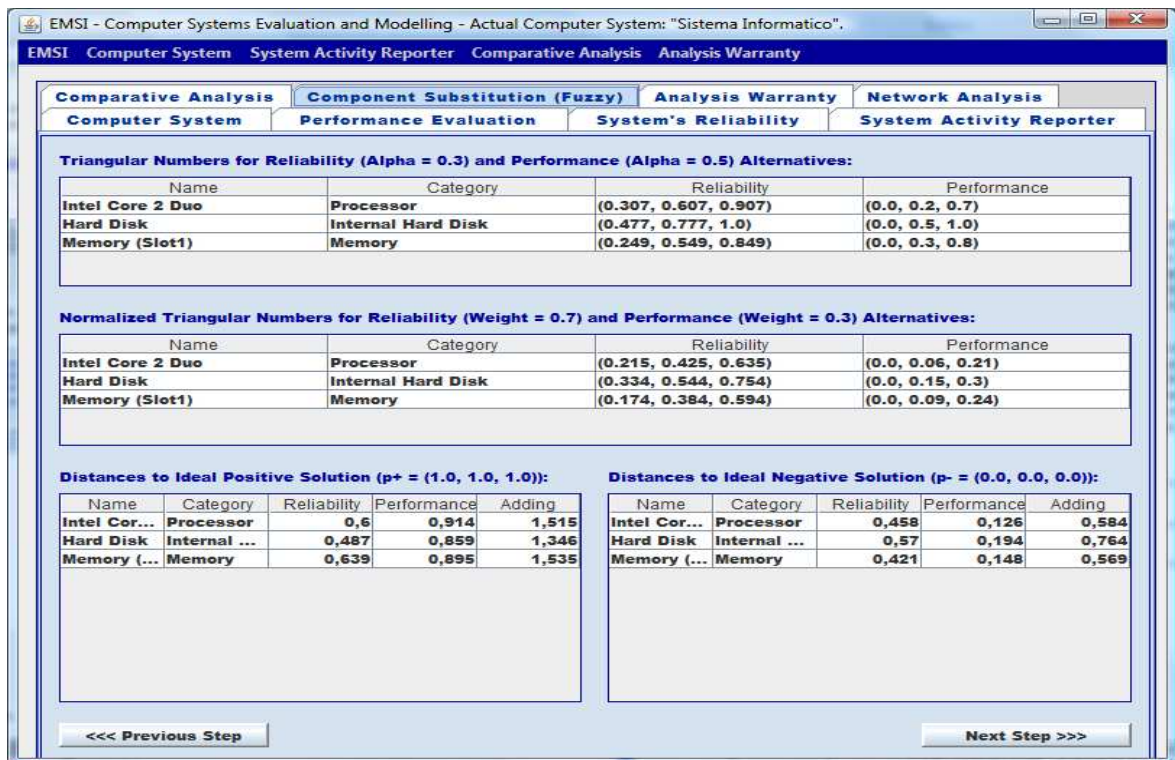


Figura 22. Números triangulares difusos.

Finalmente obtendremos una tabla con la distancia al ideal, y un informe con los mejores y peores resultados. La figura 23 detalla estos resultados.

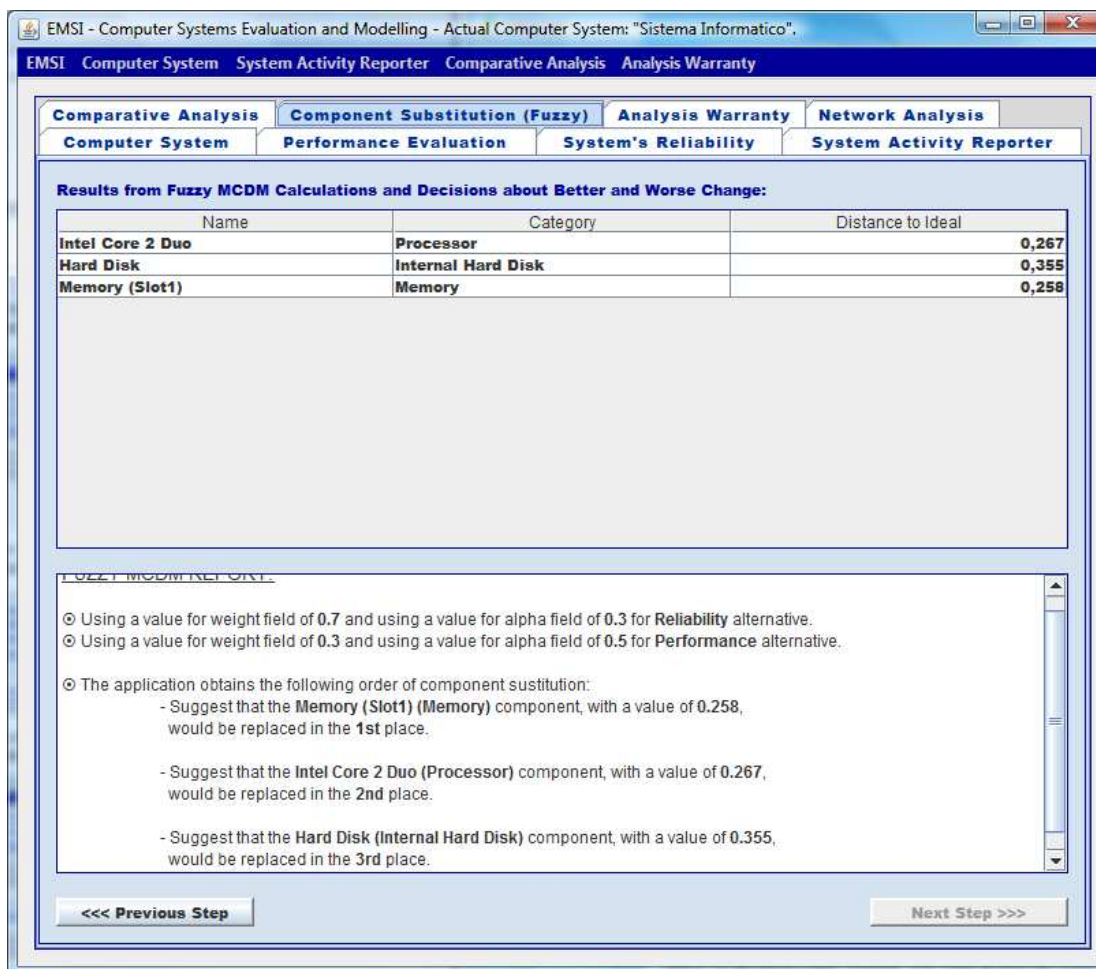


Figura 23. Resultados Component Substitution (Fuzzy).



## 3.- Nuevas aportaciones: EMSI 2.0

A pesar del buen funcionamiento de la herramienta EMSI, se decidió llevar a cabo una revisión de todo el programa así como la inclusión de nuevas funcionalidades que hicieran de EMSI una aplicación más completa. Uno de los objetivos fundamentales durante el proceso de revisión del programa era su adaptación al entorno educativo, en concreto a los laboratorios de la Facultad de Informática, y que los alumnos pudieran utilizar la herramienta como apoyo durante el aprendizaje de sus correspondientes carreras. A continuación se van a detallar los pasos seguidos para la reestructuración del programa y para la implementación de nuevos módulos.

### 3.1.- Mejoras

#### 3.1.1.- Pruebas de la aplicación

A la hora de ampliar y mejorar la primera versión del programa EMSI y puesto que se trata de una aplicación cuyo fin es principalmente el uso didáctico se realizaron dos prácticas para que alumnos pudieran evaluar el programa y proponer mejoras a la vez que detectar posibles errores de la versión anterior. En la búsqueda de unas opiniones objetivas de personas interesadas en los contenidos que abarca el programa se decidió presentar las prácticas a los alumnos de Ingeniería Informática Técnica de Sistemas e Ingeniería Técnica de Gestión, ambas titulaciones pertenecientes a la Universidad Complutense de Madrid.

La primera práctica tuvo como objetivo un primer acercamiento a la aplicación, entender su funcionamiento básico y utilizar las funciones básicas del programa. Para ello, la práctica 1 pedía que se configurase un sistema informático concreto para que todos los resultados obtenidos fueran exactamente iguales y se rellenasen las encuestas en base a eso. El sistema a crear estaba compuesto por un procesador, dos discos duros y dos memorias RAM con las características de las tablas 2, 3 y 4.

#### Procesador:

Name	Frequency	Cores	Cache Memory	Cache Levels	Price	Use percentage(%)
------	-----------	-------	--------------	--------------	-------	-------------------

## APORTACIONES NUEVAS-EMSI 2.0

<b>Pentium IV</b>	1900	1	256	1	100	35
-------------------	------	---	-----	---	-----	----

Tabla 2. Datos Procesador.

### Discos duros:

<b>Name</b>	<b>Capacity</b>	<b>Rotational Speed</b>	<b>Average Access Time</b>	<b>Average Seek Time</b>	<b>Average Latency</b>	<b>Price</b>	<b>Use percentage(%)</b>
<b>Master Hard disk</b>	40000	5400	75	30	10	60	25
<b>Secondary hard disk</b>	300000	7200	100	50	10	200	10

Tabla 3. Datos discos duros.

### Memorias RAM:

<b>Name</b>	<b>Capacity</b>	<b>Access Time</b>	<b>Price</b>	<b>Use percentage(%)</b>
Memory 1	256	10	60	20
Memory 2	512	12	120	10

Tabla 4. Datos memorias RAM.

Sobre el sistema configurado previamente la práctica pide la comprobación de los resultados al aplicar la Ley de Amdahl por componentes y la mejora global del sistema mediante la Ley de Amdahl generalizada así como el análisis de los informes rendimiento/coste obtenidos tras la comparación entre un componente que ya forma parte del sistema respecto a un posible sustituto, se comparan los costes de integrar ambos componentes en el sistema junto con las prestaciones que ofrece cada uno en cuanto a rendimiento.

Una vez realizados estos pasos comienza otra funcionalidad de la aplicación, la información de actividad de un sistema informático. En este apartado se presentaban

unos resultados obtenidos tras ejecutar el monitor SAR de Linux que los alumnos debían analizar y presentar sus conclusiones.

La segunda práctica tiene como objetivo un análisis sobre la funcionalidad de cálculo de la fiabilidad de un componente del sistema informático. En ella, a partir de la introducción de la función de fiabilidad de cada componente junto con los datos de los parámetros asociados a ellas, los meses que lleva en uso en el sistema y su porcentaje de uso, la aplicación calcula la esperanza de vida del componente en cuestión y la probabilidad de fallo del componente en un tiempo concreto.

Como segunda parte de la práctica se utilizaba la pestaña de la aplicación encargada de realizar el análisis comparativo de sistemas donde se comparan los tiempos de ejecución, por ser la medida más fiable, de varias máquinas en correr aplicaciones concretas. En los resultados se presenta cuánto mejora, en porcentaje, cada una de las máquinas propuestas a la máquina de referencia. Esto es muy útil a la hora de elegir entre dos sistemas distintos cuando van a ser utilizados para aplicaciones muy específicas. Tras una comparación sobre los tiempos de ejecución de las distintas aplicaciones sobre las que se quiera trabajar, EMSI ofrece unos resultados que hacen triviales la elección de la mejor máquina candidata. En el anexo 1 se pueden consultar los enunciados completos de las prácticas.

Para completar la actividad práctica en el laboratorio, se diseñaron cuestionarios dirigidos al alumnado. Estos cuestionarios tienen como objetivo obtener unos datos objetivos sobre las cuestiones a mejorar de la herramienta de cara a facilitar el aprendizaje de los alumnos. Las preguntas del cuestionario pueden verse en el anexo 2.

Los datos obtenidos de los cuestionarios reflejan que:

- El 50% de los alumnos no tuvo ningún problema durante la realización de las prácticas. Entre los que encontraron alguna dificultad, el 16,6% fue con la pestaña 'System Activity Reporter', el 10% con 'Performance Evaluation', otro 10% tuvo algún problema de comprensión del enunciado de las prácticas mientras que el 13,3% encontró alguna dificultad debido a que la aplicación está en inglés.
- El 100% de los alumnos utilizó el programa bajo Windows.
- El 24,13% encuentra algunas cosas que no se comprenden bien de la aplicación mientras que el 41,37% considera que EMSI es fácil de utilizar y el 34,48% que es una herramienta muy intuitiva una vez conocidos los conceptos teóricos de la asignatura. A nadie le pareció una herramienta muy complicada de entender.
- La mayoría de los alumnos, el 62,1%, piensa que EMSI es bastante útil como complemento de los conocimientos adquiridos en la asignatura ERC. El 27,6% asegura que gracias a esta aplicación ha comprendido algunos conceptos que

antes no entendía bien mientras que el 10,3% califican la herramienta como “algo útil”. Nadie ha considerado que EMSI no es útil como aplicación didáctica.

- El 68,96% de los alumnos cree que las prácticas propuestas aplican bien los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, el 24,13% considera que los aplica muy bien y el 6,89% de los encuestados cree que podrían mejorar mientras que nadie las califica como malas.
- El 27,58 de los alumnos consideraba que la aplicación estaba bien y no necesitaba ninguna mejora. El mismo porcentaje de personas creía que una mejora realmente útil sería la traducción del programa a castellano ya que estaba en inglés. Sin embargo eso no se ha realizado por considerar que el inglés que utiliza el programa es muy básico y de un nivel que cualquier alumno de Ingeniería Informática tiene que ser capaz de comprender. Además hubiera restado mucho tiempo tanto para la mejora de defectos de la versión anterior como para la implementación de nuevas funcionalidades que se consideraron realmente útiles. El 11,1% de los alumnos propuso mejoras en la pestaña del monitor SAR(System Activity Reporter) y, con el mismo porcentaje, alguna modificación en los menús y más pantallas de ayuda. El 6,89% detectó problemas en la forma que se cargaban y guardaban los archivos en XML y propuso modificaciones para hacer esta tarea algo más cómodo. También el 6,89% pidió que se integrasen más graficas que ayudasen a la comprensión de ciertos aspectos de la asignatura que en la versión anterior del programa no se trataban y como se podrá ver más adelante se han incluido. El 3,44% propuso alguna mejora con la pestaña de evaluación del rendimiento (Performance Evaluation).
- En cuanto a los gráficos e informes que presenta la aplicación EMSI, el 58,6% cree que presentaba gráficos correctos e información suficiente, el 34,48% consideró que son fáciles de interpretar y muy intuitivos, el 10,5% los calificó como muy extraños y nadie detectó fallos en ellos.
- En lo referido a la utilidad de la herramienta en sesiones de laboratorio el 53,8% de los alumnos encontró algunas funciones útiles y otras prescindibles mientras que el 46,2% estaba de acuerdo en que todas las funciones implementadas servían para aprender en los laboratorios de la Facultad.
- La mayoría de los alumnos se ponen de acuerdo calificando la herramienta como muy útil si se le introducen mejoras el 44,82% de los alumnos mientras que el 37,9% creen que para las empresas sería algo útil. El 17,24% cree que ya sería muy útil sin mejorar nada y nadie lo calificó como nada útil.
- A la hora de evaluar el esfuerzo realizado para que las prácticas se adaptasen al tiempo que los alumnos tenían en el laboratorio para realizarla el 86,2% opinó que la duración se ajustaba bien a la sesión de laboratorio mientras que el 6,89% las calificaron como muy cortas y el mismo porcentaje opinó que las prácticas eran muy largas.



- El 58,62% de los alumnos tuvo algún problema con la comprensión del enunciado. El 37,9% lo consideró fácil de entender mientras que el 3,44% tuvo realmente problemas a la hora de entender el enunciado para realizar las prácticas.

## **3.2.- Novedades**

### **3.2.1.- Análisis Operacional**

En este capítulo se van a presentar brevemente unos conceptos teóricos que se consideran útiles a la hora de comprender el funcionamiento del módulo de redes, 'Network Analysis', añadido a la aplicación EMSI.

El análisis operacional forma parte de una serie de técnicas empleadas en la estimación del rendimiento de los sistemas informáticos. El computador puede concebirse como un conjunto de dispositivos físicos relacionados entre sí y una serie de trabajos que hacen uso de ellos. Los dispositivos están formados, por ejemplo, por el procesador, los discos duros y la memoria, mientras que los trabajos son los programas que se ejecutan en el computador. Normalmente un dispositivo solo puede ser usado por un trabajo mientras el resto deberá esperar.

Uno de los paradigmas que más éxito ha tenido para modelar el comportamiento de los sistemas informáticos es el basado en redes de colas de espera introducido por Jackson en 1950. El objetivo de este modelo es estimar el tiempo que un trabajo necesita para que sea procesado por el sistema informático completo.

Las técnicas que provee el análisis operacional comprenden una serie de relaciones muy sencillas entre variables directamente observables del sistema informático.

Se entiende como estación de servicio un objeto abstracto compuesto por un servidor y una cola de espera. El servidor representa al recurso físico del computador, mientras que la cola de espera modela la cola de trabajos que esperan ser procesados por el computador, es decir, recibir servicio. Los parámetros temporales más importantes de una estación de servicio desde el punto de vista del rendimiento son el tiempo de servicio y el tiempo de respuesta. El tiempo de servicio se define como el tiempo que transcurre desde que un trabajo empieza a utilizar el recurso hasta que lo deja libre mientras que el tiempo de respuesta se refiere a esto mismo añadiéndole el tiempo que el trabajo pasa en la cola de espera hasta que es atendido.

En la mayoría de los sistemas informáticos existen puntos de congestión debido a la compartición de recursos. Para modelar esta situación se utiliza una red de colas. Consiste en un conjunto de estaciones de servicio conectadas entre sí. Cada recurso del

## ANÁLISIS OPERACIONAL

sistema se representa como una estación de servicio. Las redes pueden clasificarse como abiertas o cerradas.

Las redes abiertas se caracterizan por la existencia de, como mínimo, una fuente de trabajos y uno o más sumideros que absorben los trabajos que salen del sistema. Existe al menos un camino que a partir de cada nodo lleva a un sumidero. En una red de este tipo el número de trabajos que hay en el sistema varía con el tiempo. La productividad suele ser conocida ya que es igual a la tasa de entrada al sistema. Los índices que interesan analizar son el tiempo de respuesta y el número de trabajos dentro del sistema. La figura 24 muestra gráficamente el concepto de red abierta.

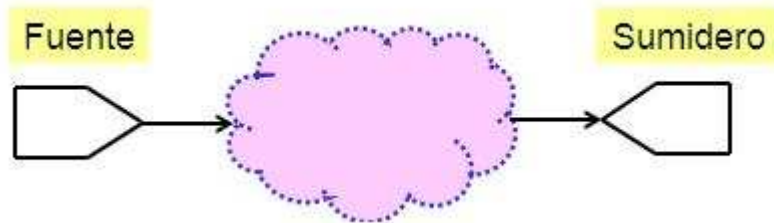


Figura 24. Red abierta.

Las redes cerradas (ver figura 25) son redes en las que los trabajos ni entran ni salen por lo que su número permanece constante. Se puede contemplar como un sistema en el que la salida está unida a la entrada, de esta forma los trabajos que salen del mismo inmediatamente regresan a él. El flujo de trabajos a través del enlace entre la salida y la entrada define la productividad de la red. En este tipo de red interesa conocer el tiempo de respuesta y la productividad y es conocido el tiempo de reflexión (think time), parámetro que depende del usuario del sistema.

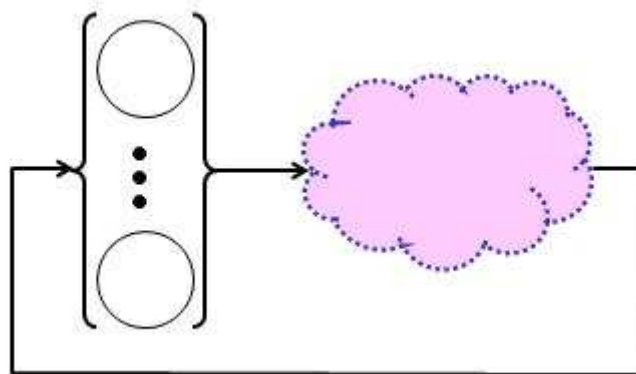


Figura 25. Red cerrada.

Si se observa un dispositivo cualquiera  $i$  de un sistema informático durante un período de tiempo  $T$ , se obtienen las siguientes medidas, a las que se les llama variables observables:

- Número de trabajos que llegan  $A_i$ .
- Número de trabajos que salen  $C_i$ .
- Tiempo total que el dispositivo está ocupado  $B_i$

Con estas medidas se pueden calcular los siguientes datos:

$$\text{Tasa de llegada: } \lambda_i = \frac{A_i}{T} \quad (35)$$

$$\text{Productividad: } X_i = \frac{C_i}{T} \quad (36)$$

$$\text{Utilización: } U_i = \frac{B_i}{T} \quad (37)$$

$$\text{Tiempo de servicio: } S_i = \frac{B_i}{C_i} \quad (38)$$

El inverso de la tasa de llegadas se denomina tiempo entre llegadas ( $T/A_i$ ), mientras que el inverso del tiempo de servicio se llama tasa de servicio ( $\mu_i = C_i/B_i$ ). El valor de estas variables puede cambiar de un período de observación a otro pero hay relaciones que se mantienen para cualquier período de observación. Estas relaciones se denominan leyes operacionales.

Suponiendo que durante el período de observación  $T$  el sistema se encuentra operando en un estado de equilibrio, lo que se conoce como hipótesis del flujo equilibrado de trabajos. En este estado se cumple que el número de trabajos que entra es igual al número de trabajos que sale. Partiendo de esta base se pueden describir las leyes operacionales que establecen relaciones entre las distintas variables de carácter operacional. Con estas leyes se pueden calcular muchas variables tal y como hace EMSI:

La utilización de un dispositivo se puede expresar en función del número de terminaciones:

$$U_i = \frac{B_i}{T} = \frac{C_i}{T} \times \frac{B_i}{C_i} = X_i \times S_i \quad (39)$$

Esta expresión permite relacionar la productividad de un dispositivo con su tiempo de servicio. Si además cumple la hipótesis del flujo equilibrado de trabajos obtendremos una expresión equivalente a la anterior en función de la tasa de llegadas:

$$U_i = \lambda_i \times S_i \quad (40)$$

## ANÁLISIS OPERACIONAL

Según la ley del flujo forzado, en un modelo abierto la productividad está definida como el número de trabajos que abandona el sistema por unidad de tiempo mientras que en un modelo cerrado ningún trabajo abandona el sistema. Aun así, en un modelo cerrado, los trabajos que atraviesan el enlace entre la salida y la entrada se comportan como si salieran del sistema y acto seguido volvieran a entrar. La productividad del sistema en un modelo cerrado viene dada por el número de trabajos que atraviesa este enlace por unidad de tiempo. Suponiendo que cada trabajo realiza  $V_i$  peticiones o visitas al dispositivo  $i$ . Si el flujo de trabajos está equilibrado el número de trabajos que sale del sistema y el número de trabajos que atraviesa el dispositivo  $i$  están relacionados por la expresión:

$$C_i = C_0 \times V_i \quad (41)$$

La variable  $V_i$  recibe el nombre de razón de visitas al dispositivo  $i$ . La productividad total del sistema  $X_0$  durante el período de observación es:

$$X_0 = \frac{C_0}{T} \quad (42)$$

La productividad del dispositivo  $i$  es:

$$X_i = \frac{C_i}{T} = \frac{C_i}{C_0} \times \frac{C_0}{T} \quad (43)$$

En consecuencia se puede obtener una expresión de  $X_i$  en función de  $V_i$  y  $X_0$ :

$$X_i = X_0 \times V_i \quad (44)$$

Combinando los resultados de (44) y (39) se obtiene la siguiente expresión para el valor de la utilización del dispositivo:

$$U_i = X_i S_i = X_0 V_i S_i = X_0 D_i \quad (45)$$

Donde  $D_i = V_i \times S_i$  recibe el nombre de demanda de servicio sobre el dispositivo  $i$  en todas las visitas que un trabajo realiza al mismo. La relación anterior establece que la utilización de cada dispositivo del sistema es proporcional a su demanda de servicio. Las razones de visita son una forma de especificar el encaminamiento de los trabajos a través de la red.

Considerando cierta la hipótesis del flujo equilibrado de trabajos. Siendo  $N_i$  el número de trabajos y  $R_i$  al tiempo de respuesta de la estación de servicio  $i$ , se tiene que:

$$N_i = \lambda_i \times R_i \quad (46)$$

Y como se asume como cierta la hipótesis del flujo equilibrado de trabajos se puede sustituir  $\lambda_i$  por  $X_i$ .

Esto es muy interesante en el estudio de modelo de colas ya que combina índices realmente importantes en los estudios de rendimiento: tiempo de respuesta y productividad.

El número de trabajos en una red de colas formada por K estaciones se puede expresar como  $N = N_1 + N_2 + \dots + N_K$ . Solo se consideran las razones de visita y los tiempos de respuesta de cada estación.

$$R = \sum_{i=1}^k V_i \times R_i \quad (47)$$

Esta expresión recibe el nombre de ley general del tiempo de respuesta y permite ver que el tiempo de permanencia de un trabajo en un sistema depende del número de visitas que realiza a cada dispositivo y del tiempo de respuesta que experimenta en él por cada una de las visitas.

Todos los modelos de sistemas con carga interactiva pueden dividirse en dos partes: una que modela el tiempo de reflexión (subsistema de terminales) y otra que contiene los dispositivos físicos del computador contemplados por el modelo (subsistema central). El tiempo de reflexión, identificado por la variable Z, es el tiempo que transcurre desde que un trabajo abandona el subsistema central hasta que entra de nuevo en él. El tiempo de respuesta del sistema, R, corresponderá al tiempo que un trabajo pasa en el subsistema central.

Se puede aplicar (46) al conjunto de los dos subsistemas. Este conjunto incluye el subsistema central y el subsistema de terminales. El número de trabajos en el conjunto es N. El tiempo medio que permanece un trabajo en el conjunto es igual al tiempo que permanece en los terminales, Z, más el tiempo que permanece en el subsistema central, R. Por tanto, se puede escribir  $N = (Z+R) \times X_0$  y despejando la R se obtiene:

$$R = \left( \frac{N}{X} \right) - Z \quad (48)$$

### 3.2.1.1.- Aplicaciones del análisis operacional.

Se van a presentar dos algoritmos clásicos para resolver modelos de colas y estimar así el rendimiento del sistema, el cual vendrá dado por el tiempo de respuesta y la productividad. Para ello son necesarias dos hipótesis. La primera establece que si un trabajo está sirviéndose en una estación, el tiempo que le falta para abandonar el servidor es independiente del tiempo que ya lleva en servicio. La segunda consiste en que en un sistema abierto, el tiempo que transcurre hasta la siguiente llegada es independiente del instante en que se produjo la última. La expresión que calcula el tiempo de respuesta de una estación de servicio  $i$  de tipo cola es la siguiente:

$$R_i = (N_i + 1) \times S_i \quad (49)$$

Un trabajo que llega a la estación  $i$  encuentra  $N_i$  trabajos en ella y esperará  $N_i \times S_i$  unidades de tiempo a que se sirvan, más  $S_i$  para recibir su propio servicio. Operando sobre la expresión anterior y sustituyendo  $N_i$  por  $X_i \times R_i$  (46) podemos relacionar el tiempo de respuesta de una estación  $i$  con su tiempo de servicio  $S_i$  y su utilización  $U_i$ :

$$R_i = \frac{S_i}{1 - U_i} \quad (50)$$

Mediante esta última relación se pueden plantear los algoritmos para resolver redes abiertas y cerradas, respectivamente.

En el caso de una red abierta, se suponen conocidos la razón de visita  $V_i$  y el tiempo de servicio  $S_i$  de las  $K$  estaciones de la red. Tanto los tiempos de servicio como los tiempos entre llegadas se suponen distribuidos exponencialmente. Así mismo, se supondrá conocida la tasa de llegadas  $\lambda$  al sistema, la cual será igual a la productividad del sistema, ya que suponemos válida la hipótesis del flujo equilibrado de trabajos. El objetivo del algoritmo es calcular las variables:  $X_i$ ,  $N_i$ ,  $R_i$  y  $U_i$  para cada estación, y  $R$  y  $N$  para toda la red.

En primer lugar se puede calcular la demanda de servicio de cada estación mediante la relación  $D_i = V_i \times S_i$ . Las utilizaciones  $U_i$  se obtienen mediante la expresión  $U_i = \lambda \times D_i$  y las productividades  $X_i$  haciendo  $X_i = \lambda \times V_i$ . Ahora ya se puede calcular  $R_i$  si la estación es de tipo cola o bien  $S_i$ , si es de tipo retardo. El número de trabajos en cada estación se obtiene aplicando (46).

El tiempo de respuesta del sistema completo se obtiene a partir de los  $R_i$  y  $V_i$  aplicando (47). El número de trabajos en el mismo se calcula sumando los trabajos contenidos en todas las estaciones del modelo:

$$N = \sum_{i=1}^{i=K} N_i \quad (51)$$

Si la red a estudiar se corresponde con una red cerrada, se suponen conocidos  $V_i$  y  $S_i$  para todas las estaciones del modelo, además del tiempo de reflexión  $Z$ . La diferencia con el caso anterior es que ahora no se conoce la productividad de sistema, sino que se ha de estimar, en cambio sí se sabe el número de trabajos  $N$  en el sistema.

La ecuación que permite estimar  $R_i$  para las estaciones de tipo cola teniendo en cuenta que su valor ahora dependerá del número de trabajos  $N$  en el sistema es la que sigue:

$$R_i(N) = [N_i(N - 1) + 1] \times S_i \quad (52)$$

Donde  $N_i(N-1)$  es el número de trabajos en la estación  $i$  cuando en la red cerrada hay  $N-1$  trabajos. La ecuación anterior relaciona dos índices de prestaciones, uno para  $N$  y otro para  $N-1$  dando lugar a un procedimiento de cálculo iterativo. Los valores para la primera iteración son: para  $N = 0$  se cumple  $N_i = 0$  y por tanto  $R_i(1) = S_i$ ,  $i = 1, \dots, K$ .

Para las estaciones de tipo retardo se cumple, además, que  $R_i(N) = S_i$ ,  $\forall N$ . Así pues, el algoritmo de resolución tendrá la siguiente forma:

Para  $n$  desde 1 hasta  $N$  hacer:

$$R_i(N) = [N_i(n - 1) + 1] \times S_i, \text{ con } N_i(0) = 0$$

$$R(n) = \sum_{i=1}^K V_i \times R_i(n), \quad X(n) = \frac{n}{Z + R(n)}$$

$$N_i(n) = X(n) \times V_i \times R_i(n)$$

$$X_i(n) = X(n) \times V_i$$

$$U_i(n) = X(n) \times V_i \times S_i$$

La mejora del rendimiento de un sistema informático no es una tarea sencilla ya que influyen muchos factores como los componentes físicos del computador y el comportamiento de los programas que se ejecutan en él, desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de los usuarios. Para conseguir una mejora en el rendimiento de un sistema informático es clave la detección del cuello de botella del sistema y actuar sobre él.

Hay dos aproximaciones de carácter general que suelen hacerse para mejorar el rendimiento de un computador. La primera consiste en actuar sobre los componentes físicos de un computador mejorándolos o aumentando su número. Aquí se puede contemplar la sustitución de los dispositivos existentes por versiones más modernas y rápidas. Aunque esta tarea parezca sencilla, en la realidad no lo es tanto ya que añadir nuevos componentes supone una inversión económica y porque hay componentes difíciles de sustituir, como podría ser por ejemplo un procesador ya que necesita que la placa base existente sea compatible con él o, en otro caso, se estaría en la obligación de sustituir también la placa base con el gasto económico que ello conlleva.

La segunda técnica de mejora, recibe el nombre de ajuste o sintonización. Consiste en todas aquellas acciones sobre los programas que se ejecutan en un computador con el objetivo de mejorar el uso que hacen de los dispositivos físicos. La aplicación de esta técnica es complicada y depende del grado de conocimiento tanto del programa a modificar como del comportamiento e interacción del mismo con los dispositivos físicos del sistema. En la literatura existen numerosas publicaciones que tratan sobre el análisis operacional y sus aplicaciones, [26], [27], [28], [29], [30].

### **3.2.1.2.- Redes en EMSI.**

*EMSI* dispone de un módulo dedicado a la realización automática del cálculo de los algoritmos de redes, tanto abiertas como cerradas, presentando como resultado una tabla con los valores de todos los índices que intervienen en dichos algoritmos así como un informe descriptivo sobre ellos señalando cuál sería el cuello de botella del sistema. La pestaña correspondiente recibe el nombre de “**Network Analysis**” y en ella se podrá:

1. Asignar valores de Razón de visita y Tiempo de servicio a cada componente que forme nuestro sistema.
2. Seleccionar entre red abierta o cerrada según la tipología de nuestra red e introducir los parámetros asociados a cada una de ellas.
3. Obtener los resultados del análisis así como el informe correspondiente sobre los componentes que forman el sistema.

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede ver cómo afectan los distintos parámetros que intervienen en el análisis operacional en el rendimiento de los sistemas informáticos y detectar qué componentes limitan este rendimiento actuando como cuellos de botella.



En el siguiente ejemplo se pueden ver los resultados de evaluar un sistema consistente en una red de colas abierta con dos componentes, un procesador y un disco duro, con una tasa de llegadas de dos trabajos por segundo. Los tiempos de servicio y razón de visitas se muestran en la tabla 5.

Dispositivo	Razón de visita	Tiempo de servicio (s)
Procesador	6	0.01
Disco duro	7	0.02

Tabla 5. Datos ejemplo red abierta.

Los resultados que arroja el programa se pueden apreciar a continuación en la figura 26.

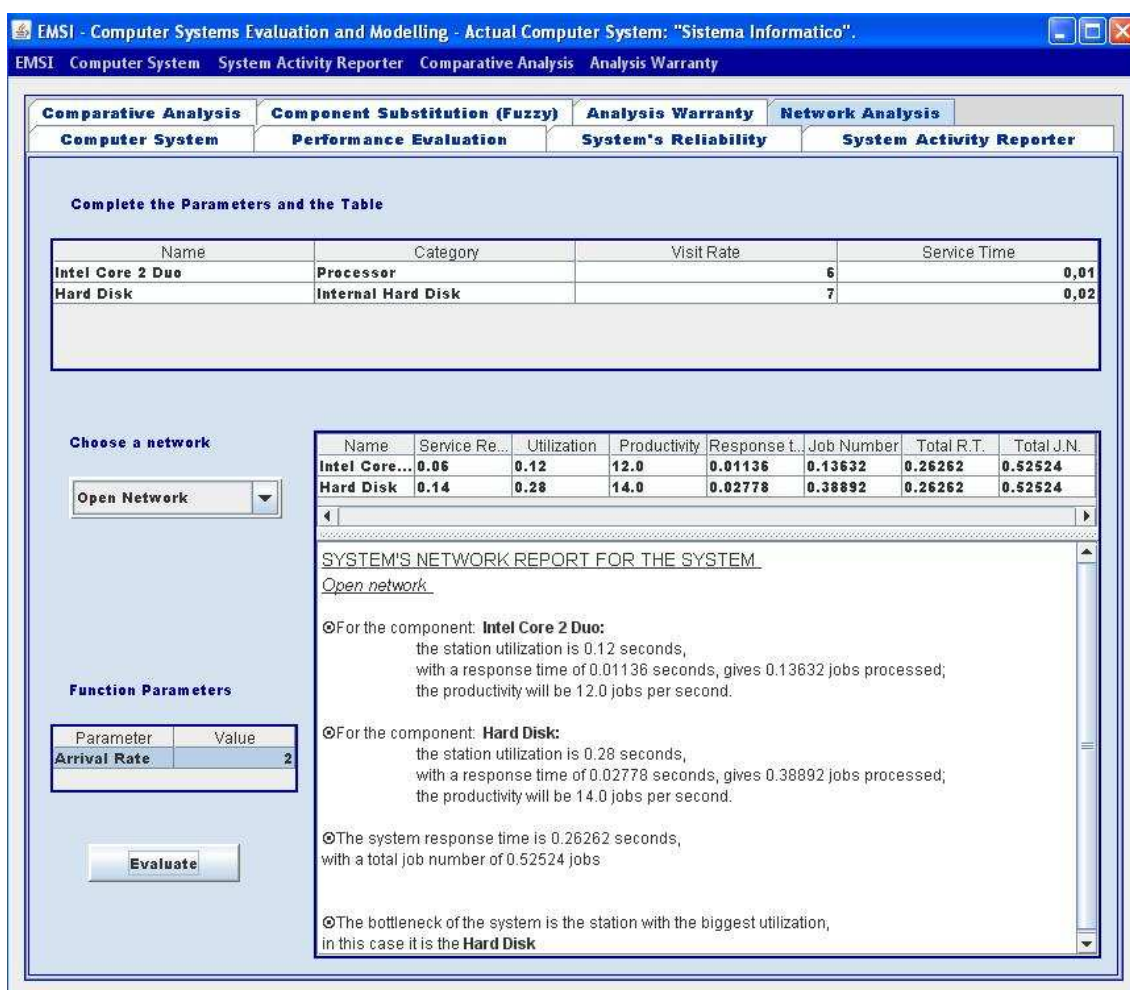


Figura 26. Salida Network Analysis.

Como se puede apreciar el cuello de botella que limita el rendimiento del sistema en este caso sería el disco duro.

## ANÁLISIS OPERACIONAL

Como ejemplo de red de colas cerrada, supongamos el mismo sistema que en el ejemplo anterior con un tiempo de reflexión  $Z = 5$  segundos, 3 tareas y los datos asociados a cada dispositivo de la tabla 6.

Dispositivo	Razón de visita	Tiempo de servicio (s)
Procesador	15	0.03
Disco duro	14	0.5

Tabla 6. Datos ejemplo red cerrada.

El programa presentará un informe para cada una de las 3 tareas, en este ejemplo se presentan los resultados obtenidos para la primera de ellas (ver figura 27).

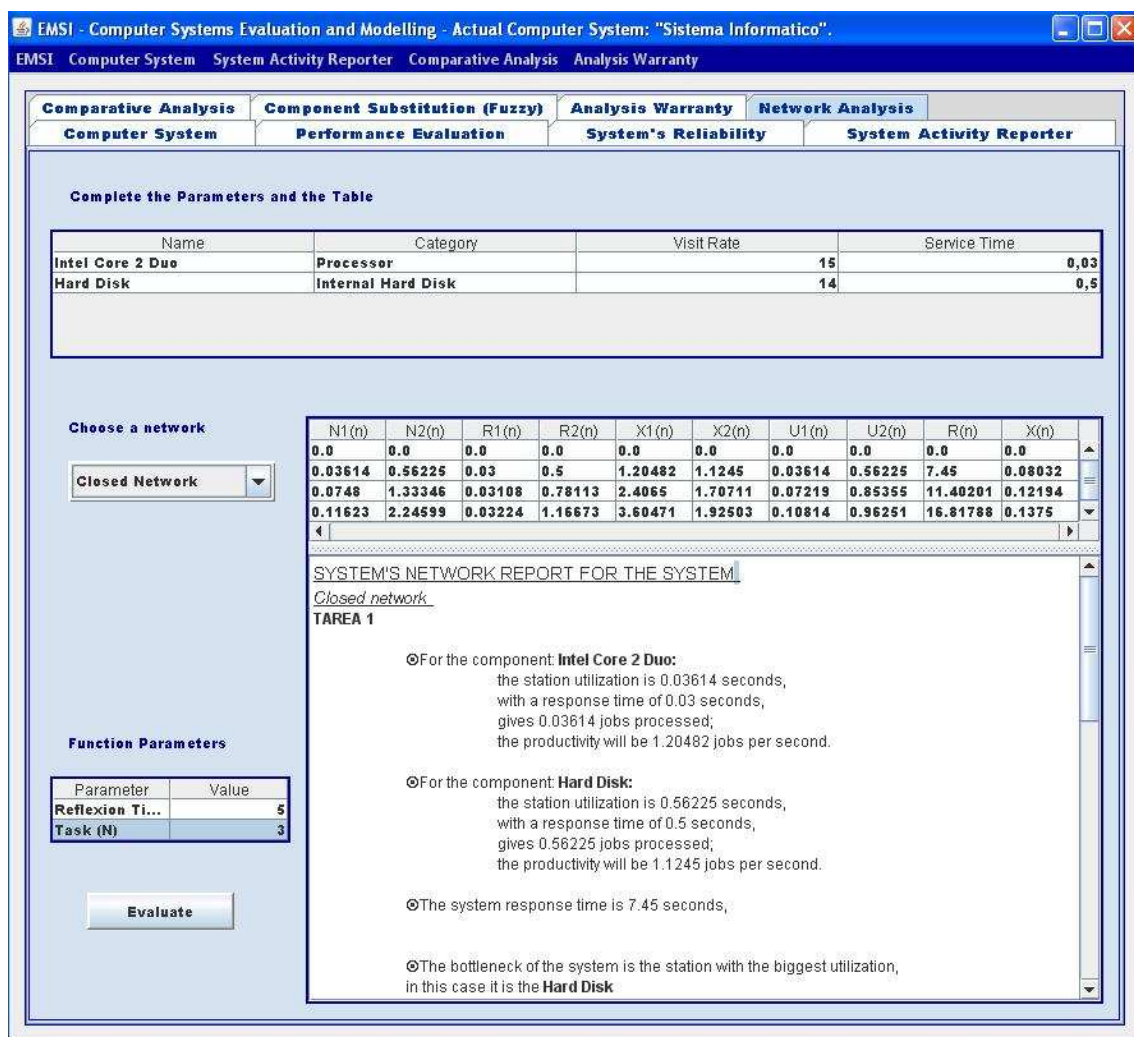


Figura 27. Salida ejemplo 1ª tarea.

### 3.2.2.- Decisión bajo incertidumbre (Análisis de Garantías)

Los problemas de decisión bajo incertidumbre se ocupan de aquellas situaciones de decisión en las cuales se desconocen, o no es posible estimarlas, las posibilidades de ocurrencia de los diferentes estados de naturaleza que afectan a la resolución del problema planteado. No se conoce el resultado asociado a cada posible solución, sino que cada una de ellas lleva asociado un conjunto de resultados, de los cuales se presentará uno al elegir la solución, pero sin tener conocimiento previo de cual se presentará.

Los métodos de decisión bajo incertidumbre tienen como principal valedor el mundo empresarial y económico, en los que, a pesar de lo que se pueda pensar, a menudo surgen problemas en los que no se tiene información alguna para estimar las probabilidades. Aquí se demostrará que estos métodos también sirven para la resolución de otros tipos de problemas relacionados con el ámbito que nos ocupa.

Una situación bajo incertidumbre se puede expresar mediante una matriz de resultados o matriz de decisión como la que se muestra en la Tabla 7.

Alternativas	Estados de la naturaleza
	$\Theta_1$ ..... $\Theta_j$ ..... $\Theta_m$
$a_1$	$r_{11}$ ..... $r_{1j}$ ..... $r_{1m}$
·	·
·	·
$a_i$	$R_{i1}$ ..... $r_{ij}$
·	
·	
$a_j$	

Tabla 7. Problemas de decisión.

El problema consiste en elegir una alternativa del conjunto (a). Según la elección de la alternativa nos conducirá a un conjunto de resultados distintos (r) dependiendo del estado de la naturaleza  $\Theta$  que nos encontremos. Estos estados de la naturaleza se conocen de antemano, pero no se conoce la posibilidad de ocurrencia de cada uno. Estos problemas de decisión quedarán reducidos a elegir una alternativa que sea óptima para un contexto prefijado o de acuerdo a algún criterio de optimización.

### 3.2.2.1.- Criterios de decisión.

Como se ha mencionado anteriormente, para la toma de las decisiones, se suelen utilizar unos criterios que ayudarán a estimar las probabilidades asociadas a resultados desconocidas. Los criterios de decisión más utilizados son maximax, maximin, equiprobabilidad, Savage, el modelo oculto de Markov y el criterio de Hurwitz. Todos ellos se detallan a continuación.

El criterio maximax consiste en elegir la alternativa que proporcione el mayor nivel de optimismo posible. Este criterio se corresponde a un pensamiento optimista, puesto que da por supuesto que siempre se presentará el estado de la naturaleza más favorable.

De esta manera se elige la alternativa que obtiene un beneficio máximo, aunque el riesgo es muy elevado y también puede conducirnos a una situación de pérdida máxima. Por este motivo, este criterio no se puede considerar como racional y no debería ser utilizado cuando el decisor deba justificar sus elecciones ante algún responsable, ya que el riesgo de que no se produzca el estado de la naturaleza esperado y se produzcan grandes pérdidas es muy elevado.

Si lo que queremos obtener son las posibles pérdidas en vez de las ganancias, se debería utilizar el criterio Minimin, que es análogo a este.

El criterio maximin, enunciado por Wald en 1950, sugiere que el decisor debe elegir aquella alternativa que le proporcione el mayor nivel de seguridad posible. También llamado criterio Maximin, se corresponde a un pensamiento pesimista, pues elige la alternativa teniendo en cuenta lo peor que le puede pasar al decisor en cuanto al estado de la naturaleza que se presente.

El funcionamiento de este criterio sería elegir el máximo de los mínimos de los resultados, para protegernos de las posibles pérdidas. Obtenemos el beneficio mínimo de cada alternativa y nos quedamos con el mayor de ellos.

Al igual que se comentaba para el criterio Maximax, en este caso, cuando queremos estudiar las pérdidas debemos utilizar el criterio análogo minimax.

El criterio de equiprobabilidad, formulado por Laplace en 1825, está basado en el principio de razón insuficiente, que dice:

*“Puesto que a priori no tenemos, ni conocemos, razón o motivo alguno para suponer que un estado de la naturaleza se puede presentar antes que los demás; entonces damos por supuesto que todos los estados tienen la misma posibilidad de ocurrir, es decir, son equiprobables.”*

Para un problema de decisión con  $n$  posibles estados, se les asignará una probabilidad de ocurrencia de  $1/n$  a cada uno de ellos. El criterio calcula el valor medio de cada conjunto de resultados, y elige la alternativa que hace máximo dicho valor

El criterio de Savage, argumentado en 1951 por el mismo, dice que el decisor compara el resultado de una alternativa bajo un estado de la naturaleza con todos los demás resultados, independientemente del estado de la naturaleza bajo el que ocurran. Ya que el estado de la naturaleza no se puede controlar, el resultado de una alternativa sólo debe ser comparado con los otros resultados bajo el mismo estado de la naturaleza.

Para ello se define el concepto de pérdida relativa o pérdida de oportunidad que se obtiene por diferencia entre el resultado que se habría obtenido de saber de antemano el estado de la naturaleza, y el resultado que se obtiene realmente. Se puede considerar que este criterio también es pesimista, pero no llega al nivel de pesimismo del Maximin.

El modelo oculto de Markov, aunque es sensiblemente diferente a los expuestos con anterioridad, se puede considerar también un criterio de decisión bajo incertidumbre. Su objetivo es determinar los parámetros desconocidos (u *ocultos*, de ahí el nombre) de dicha cadena a partir de los parámetros observables. Estos parámetros extraídos se pueden emplear para llevar a cabo sucesivos análisis, por ejemplo en aplicaciones de reconocimiento de patrones.

Después de todos los criterios expuestos se puede crear la duda de que método habría que seguir para elegir el criterio adecuado. Esa pregunta no tiene fácil respuesta, y lo más adecuado sería decir, que es tarea del decisor elegir aquel criterio que se ajuste mejor a las especificaciones de su problema o a nivel de optimismo en cuanto a los estados de la naturaleza.

En este proyecto se ha elegido la utilización del criterio de Hurwitz (1951), que es un término medio entre el Maximax y Maximin, es decir, entre optimista y pesimista. Por eso es también conocido como el criterio de realismo.

Las razones que han llevado a la elección de este criterio para ser utilizado en este proyecto serían las siguientes: El criterio de Wald ya que es pesimista, nos puede conducir a situaciones en la que la elección de otra alternativa hubiese supuesto una recompensa mucho mayor en el caso más favorable, mientras que en el caso menos favorable, la recompensa es similar a la alternativa elegida. Para el Maximax, las pérdidas pueden ser muy elevadas si no se presenta el estado de la naturaleza esperado, además en ocasiones puede conducir a decisiones pobres o poco convincentes. La principal objeción al criterio de Laplace es que ante una misma realidad, puede tener distintas probabilidades, según los casos que se consideren; aparte, desde el punto de vista práctico, la dificultad reside en la creación de la lista exhaustiva y excluyente de todos los estados de la naturaleza. El criterio de Savage tendría como tara que en muchas ocasiones da lugar a decisiones poco razonables. Por todas estas razones expuestas y teniendo en cuenta que para el fin académico de este proyecto se ve más interesante una visión realista, se ha elegido el criterio de Hurwitz para llevar a cabo su implementación.

## ANÁLISIS DE GARANTÍAS

En la realidad, en la toma de decisiones, se suelen fijar en las situaciones extremas de pesimismo y optimismo, y no se tienen en cuenta los resultados que se producirán entre ellos, que con casi toda seguridad, serán aquellos con un comportamiento más realista.

Será el decisor el que elija, de acuerdo a una media ponderada de los niveles de seguridad y optimismo, como se deben ordenar las alternativas. Mediante un valor  $\alpha$  que se llamará coeficiente de pesimismo relativo, cuyos valores oscilan entre 0 y 1, se decide el nivel de optimismo deseado en la solución; los valores más próximos a 0 serían los más pesimistas y los más próximos a 1 los más optimistas. En el caso extremo, cuando valga 0, será lo mismo que utilizar el criterio de Maximax, y con el 1, sería usar el criterio de Maximin.

El criterio de Hurwitz se aplicaría de la siguiente manera: El decisor elige el coeficiente de optimismo  $\alpha$  y después se calcula para cada alternativa  $a$  la combinación convexa o beneficio medio ponderado mediante la fórmula 53

$$K(a_i, \alpha) = \alpha \min r_{i,j} + (1 - \alpha) \max r_{i,j} \quad (53)$$

La alternativa óptima se será la que maximice  $K$  para una  $\alpha$  dada, es decir,

$$K(a^*, \alpha) = \max K(a_i, \alpha)$$

Una visión numérica del mismo sería la siguiente:

Una aplicación numérica, en la que tomamos los datos de dos componentes durante tres periodos de tiempo, ilustra el funcionamiento de la aplicación. Tomamos  $\alpha = 0.6$  como coeficiente de optimismo; la colección de resultados sería: (0.024, 0.0075, 0.16) para la alternativa A y (0.075, 0.02, 0.25) para la alternativa B. Los beneficios medios ponderados obtenidos serán:

$$\begin{aligned} K(a, 0.6) &= 0.6 * 0.0075 + 0.4 * 0.16 = 0.071 \\ K(b, 0.6) &= 0.6 * 0.02 + 0.4 * 0.25 = 0.112 \end{aligned}$$

En nuestro caso el máximo coeficiente ponderado representaría al que tiene mayor coeficiente de fallo, por lo que sería el peor; por tanto, elegiríamos la alternativa A como componente más fiable. Podemos hacer referencia a publicaciones en las que se habla de este tema [37][38].

### 3.2.2.2.- Garantías de funcionamiento.

El uso en este trabajo de la decisión bajo incertidumbre se va a centrar en su aplicación para el cálculo y estudio de las garantías de funcionamiento en un sistema informático.

Hasta hace algunos años, la necesidad de tener un sistema fiable se limitaba a un reducido grupo de aplicaciones, aquellas cuyos fallos podían producir graves pérdidas

económicas o humanas; en la actualidad se aplican a ordenadores de propósito general ya que, el coste de las reparaciones se ha incrementado, el sistema debe tolerar un mal uso del mismo, o son sistemas más complejos, entre otras cosas.

La garantía de funcionamiento (*'Dependability'*) de un sistema es la propiedad que permite a sus usuarios depositar una confianza justificada en el servicio que les proporciona. Un sistema informático está constantemente cambiando entre dos estados: funcionamiento correcto o sistema averiado. Se producen cambios entre estos dos estados y disminuye la garantía del sistema debido a la existencia de fallos, errores y averías.

Hay dos formas principales para aumentar la fiabilidad, y en relación la garantía, de un sistema informático. Prevención de fallos, intentando reducir la posibilidad de fallo eligiendo mejores componentes o mediante controles de calidad; y tolerancia a fallos, que lo que pretende es conseguir que el sistema siga funcionando a pesar de los diferentes fallos que puedan surgir.

Los métodos para obtener una confianza justificada en el sistema serían eliminación de fallos y prevención de los mismos. El primero trataría de reducir la presencia de fallos y el impacto que su aparición causaría. Y el segundo consiste en obtener la garantía de funcionamiento a priori. Para ello se necesitaría realizar una evaluación del sistema respecto a los fallos.

En el caso de este proyecto lo que se aborda es este último caso, obteniendo dado un sistema o un grupo de componentes, cuál de ellos tendría una garantía menos fiable y debería ser el primero a tener en cuenta a la hora de sustituir o ampliar el sistema o parte de él.

### **3.2.2.3.- Análisis de garantías en EMSI.**

Esta nueva versión de la aplicación EMSI proporciona un módulo para el análisis de Garantías. Esta nueva funcionalidad permitirá analizar la fiabilidad de la garantía de un sistema informático o de componentes sueltos. El estudio se realizará en base a unos datos de componentes puestas en marcha y componentes devueltas en un determinado tiempo, introducidas por el usuario. Concretamente con este módulo el usuario podrá:

1. Cargar (y guardar) un sistema informático y obtener unas gráficas e informes descriptivos del análisis de la garantía del sistema completo.
2. Introducir componentes manualmente con sus datos para proceder a su análisis.
3. Ampliar el sistema informático cargado con componentes sueltos para comparar la fiabilidad de lo que ya se tenía con nuevas incorporaciones.

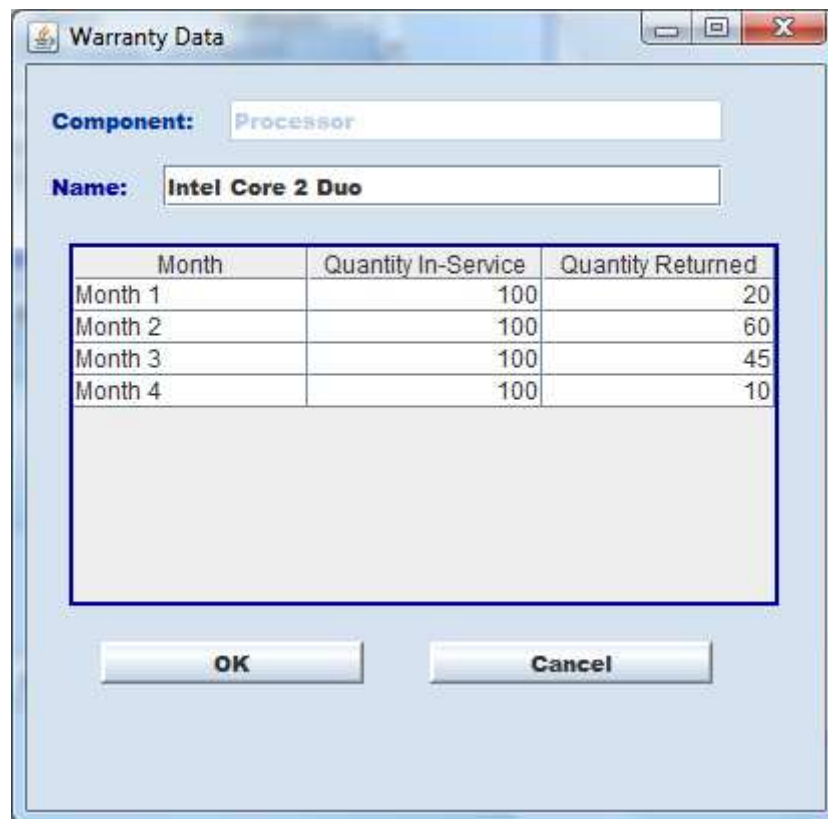


## ANÁLISIS DE GARANTÍAS

Mediante este módulo el alumno en el laboratorio puede aprender todos los posibles usos de las garantías y su importancia a la hora de elegir entre un componente u otro.

Para tener más información del uso de esta pestaña y de su correcto funcionamiento, consultar el apartado de Analysis Warranty (Análisis de Garantía) del manual de usuario de la aplicación EMSI 2.0

En el siguiente ejemplo se presenta un análisis de las garantías de los componentes de un sistema informático. Tras cargar un sistema informático, se necesita introducir los datos de garantías de cada componente como se puede ver en la figura 28.



Month	Quantity In-Service	Quantity Returned
Month 1	100	20
Month 2	100	60
Month 3	100	45
Month 4	100	10

Figura 28. Datos de garantías de componentes.

Es necesario rellenar los datos para todos los componentes que se quieran estudiar del sistema. Los coeficientes de cada mes aparecerán en la tabla superior derecha, acompañando a su componente correspondiente (ver figura 29).



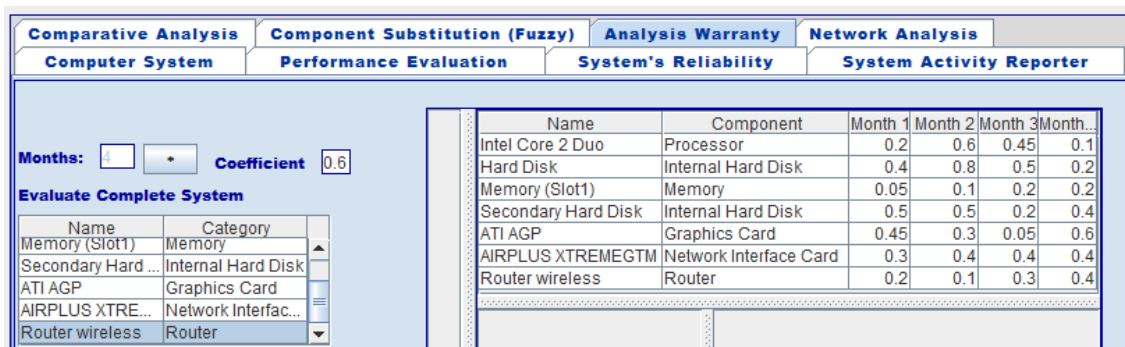


Figura 29. Analysis warranty.

Tras elegir un coeficiente de optimismo, y pulsar el botón “Generate” se obtienen dos gráficas descriptivas y un informe detallado con los resultados del estudio. La aplicación muestra en el informe un ranking de que componente obtiene mejores resultados. Todo ello se puede ver en la figura 30.

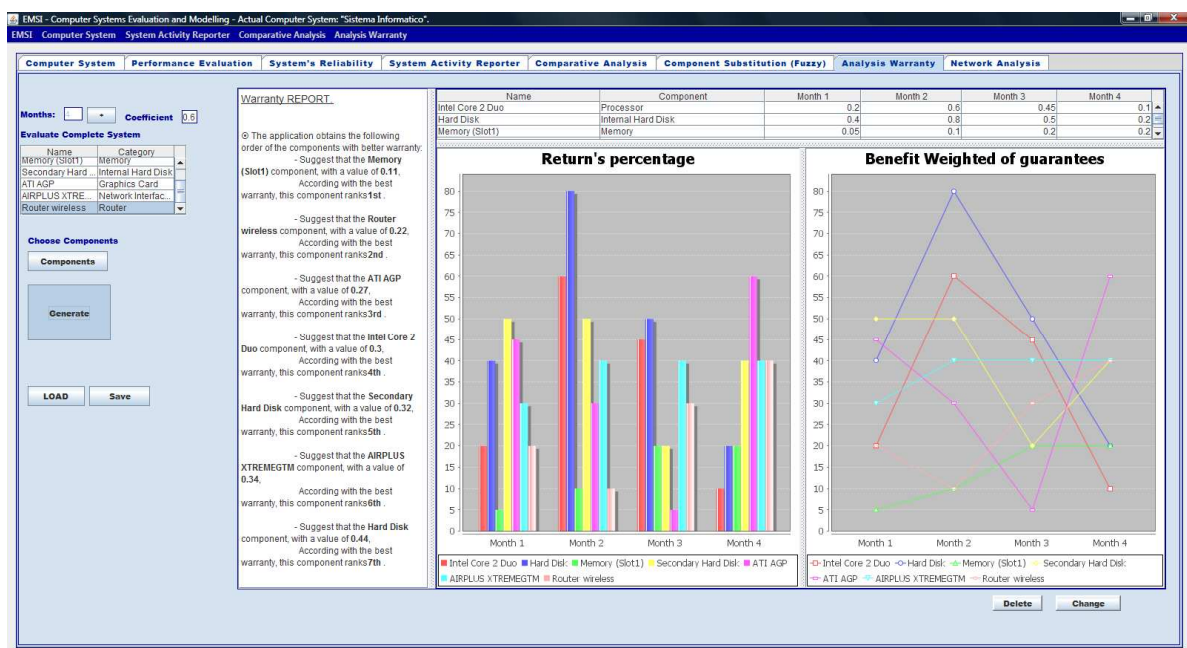


Figura 30. Resultados de análisis de garantías de componentes.

En otro ejemplo se compara un componente del sistema con otros nuevos. Para esta ocasión se elige sólo el componente del sistema que se quiere sustituir, rellenando sus datos de garantía. Mediante el botón “Components” se pueden ir añadiendo los elementos con los que se quiere comparar (ver figura 31).

## ANÁLISIS DE GARANTÍAS



Figura 31. Ventanas diseñadas para añadir nuevos componentes a la comparación.

Tras introducir todos los elementos que se van a comparar, se elige el nivel de optimismo y se ejecuta. Los resultados saldrían en el mismo formato que la figura 30 como se puede apreciar en la figura 32.

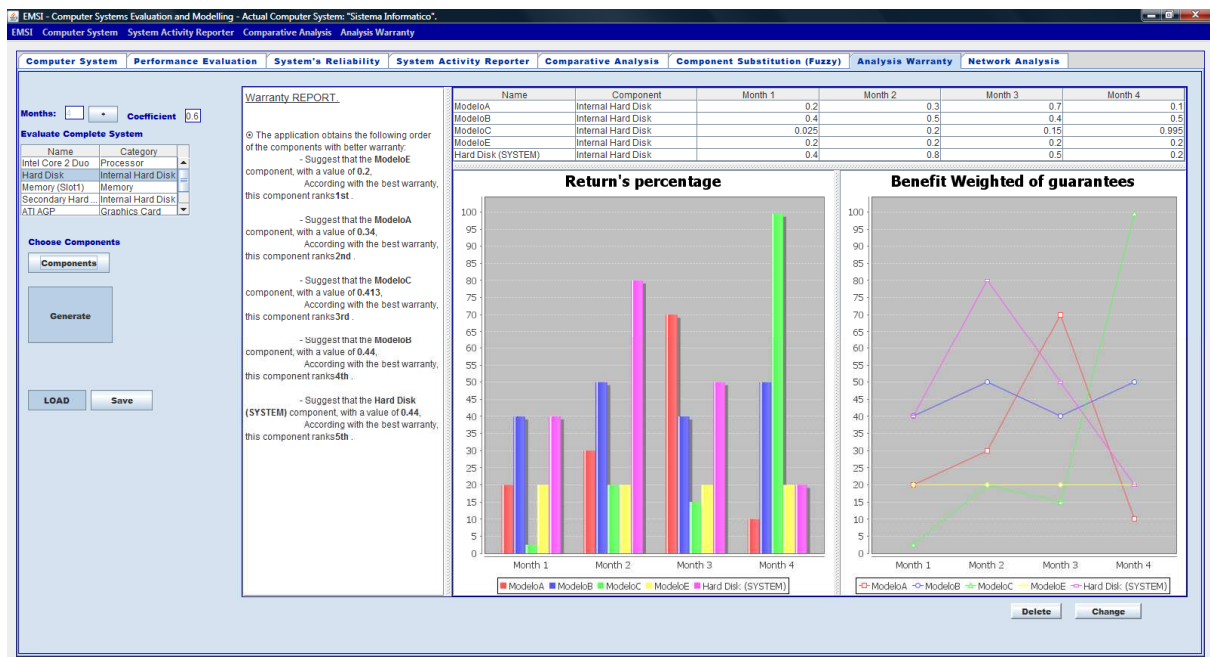


Figura 32. Resultados comparación nuevos componentes.

Se puede observar en los resultados de la figura que para un coeficiente de optimismo moderado de 0.6, EMSI propone el ModeloE como el componente que proporciona mejores garantías, ya que presenta unos resultados muy constantes y con un

porcentaje de devoluciones bajo. La figura 33 muestra los resultados correspondientes tras aplicar un coeficiente 1, que sería el grado de optimismo máximo.

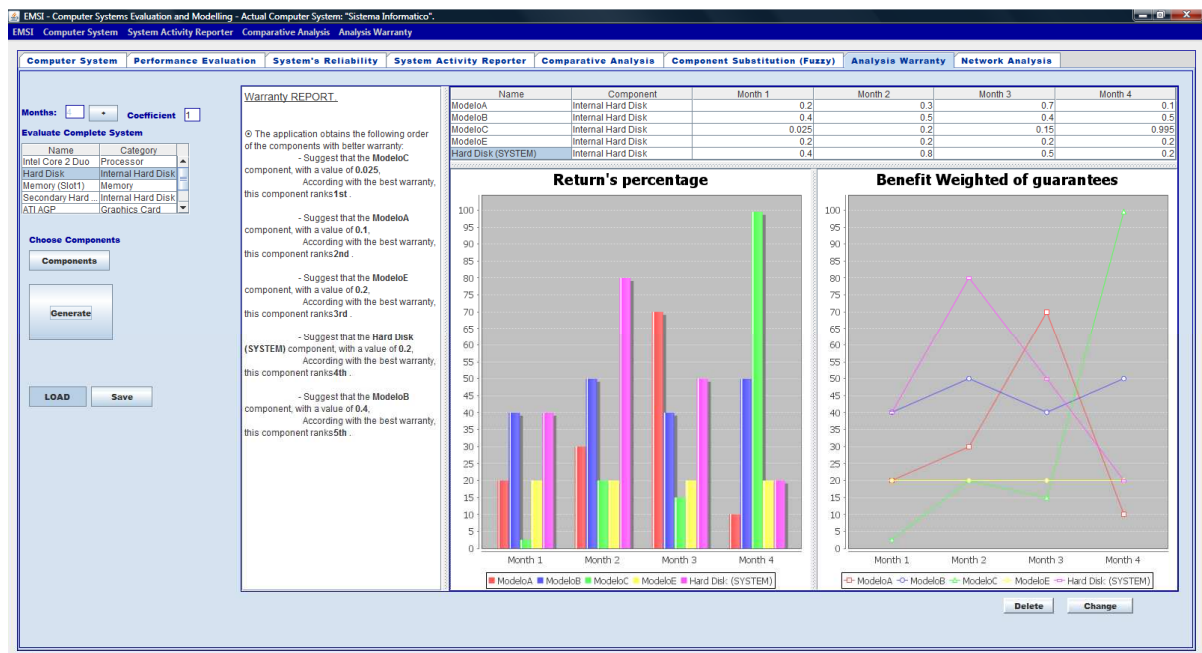


Figura 33. Resultados optimismo máximo.

En este caso el mejor componente es el ModeloC ya que al ser el grado máximo de optimismo se fijará en el componente que proporcione el mejor resultado en cualquiera de sus meses, obviando prácticamente que el resto de los resultados sean peores. Según vaya aproximándose a cero el coeficiente de optimismo, el ranking variará buscando los componentes que presenten mayor uniformidad en sus resultados. En el caso en que el coeficiente de optimismo sea 0, el informe será el mostrado por la figura 34.

## ANÁLISIS DE GARANTÍAS

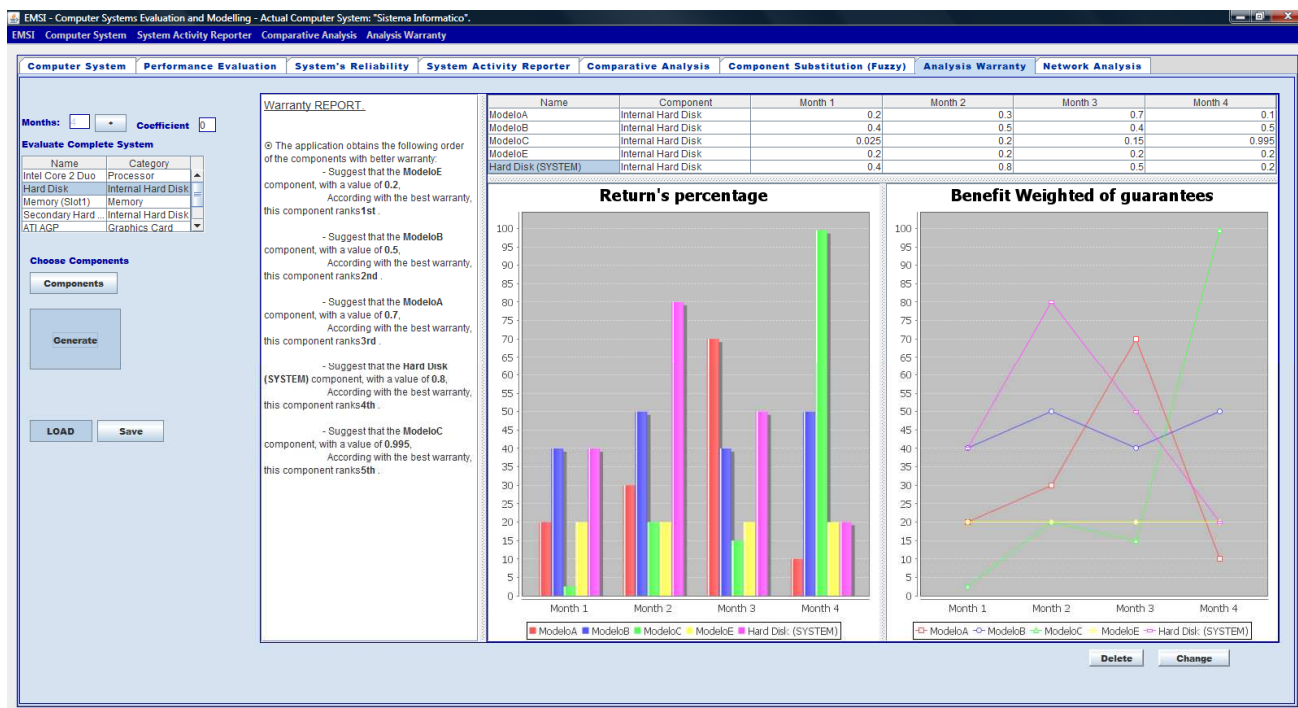


Figura 34. Resultados más pesimistas.

En todos los casos el componente del sistema presenta unos resultados muy malos, sería bueno cambiar este componente del sistema preferentemente por el Modelo A o el Modelo E.

### 3.2.3.- Decisión bajo incertidumbre (Comparación de máquinas)

Dentro de las mejoras añadidas a la aplicación cabe destacar una nueva funcionalidad para la pestaña de “Comparative Analysis”. Dicha funcionalidad que ha sido introducida con el nombre de “Uncertainty” permite analizar que sistema es mejor basándose en el tiempo que tardan en ejecutarse en ellos un determinado programa.

Para ello se utiliza el mismo algoritmo de incertidumbre de la pestaña de “Analysis Warranty”, ese algoritmo de Hurwitz hará una estimación de que componente es mejor utilizando los datos de tiempo de ejecución de cada sistema. Al igual que en la otra pestaña, la aplicación nos mostrará sendas gráficas descriptivas y un informe detallado sobre el análisis de los sistemas.

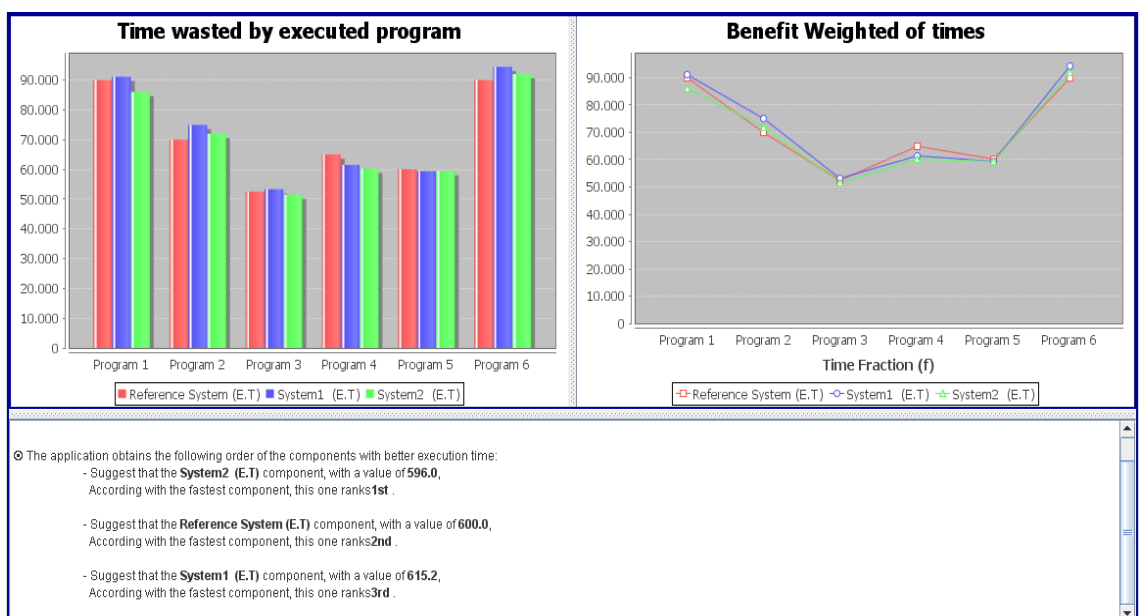
Un posible ejemplo de ejecución sería el siguiente:

- Se dispone de unos datos cargados en la pestaña de “Comparative Analysis” que se pueden ver en la figura 35. Se incluyen dos sistemas a estudiar, más el sistema de referencia; los tres sistemas ejecutan seis programas y se obtienen los datos de tiempo de ejecución.

	A	Program Weights	Reference System	System1 (E.T)	System2 (E.T)
Program 1		0,17	900	911	860
Program 2		0,17	700	749	719
Program 3		0,17	525	533	515
Program 4		0,17	650	615	602
Program 5		0,17	600	594	594
Program 6		0,15	900	944	920

Figura 35. Comparative Analysis.

La parte recuadrada en rojo es la correspondiente a la ampliación, rellenando el grado de optimismo sobre el que queremos hacer el estudio y clicando en el botón de “Uncertainty”, se obtendrás dos gráficas y un informe detallado (ver figura 36) de qué sistema se considera el más rápido. En este caso, se le dará un grado de optimismo de 0,8.



## COMPARACIÓN DE MÁQUINAS

Figura 36. Resultados Comparative Analysis.

### 3.2.4.- Otras novedades

A continuación se enumeran las distintas novedades, mejoras o simples cambios que han sido realizados en la aplicación sobre su versión anterior, aparte de los tres epígrafes anteriores:

1. Durante las pruebas de la aplicación en alumnos de la facultad, un comentario repetido fue que el sistema de carga de archivos era un poco complicado, ya que cada vez que se quería cargar un sistema informático, había que navegar por todo el explorador para encontrarlo. Por lo tanto, se ha decidido que cada vez que se intenta cargar, la aplicación directamente posicionará el explorador en la carpeta desde donde se ejecuta la misma y donde se almacenan los archivos por defecto (ver figura 37).

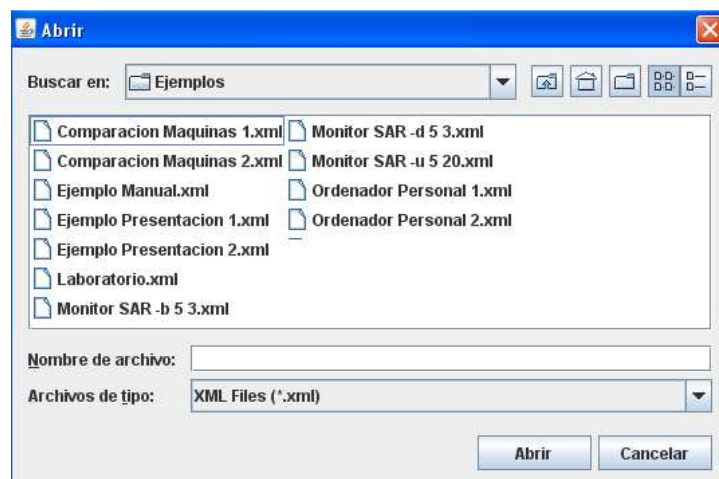


Figura 37. Pantalla cargar fichero.

2. En la pestaña de fuzzy se vio que era más eficiente poder disponer de un desplegable para la elección de las funciones de fiabilidad, ya que debido a la complejidad de sus nombres, podría resultar engorroso para el usuario su búsqueda. La figura 38 muestra el desplegable añadido.

Name	Category	Use Time (Months)	Use Percentage (%)	Reliability Function	Alternative Improve (%)
disco duro	Internal Hard Disk	15	25	Exponential Distributio	45
				Gamma Distributio	
				Log-Normal Distributio	
				Normal Distributio	
				Weibull Distributio	

Figura 38. Desplegable Reliability Function.

3. La interfaz gráfica ha sido modificada casi en su totalidad, dándole un aspecto más profesional, a la par que moderno. A su vez permite una navegación a través de la aplicación completamente intuitiva.
4. Algunas de las pestañas no disponían de la opción de guardar el trabajo realizado y o de cargar un sistema ya existente, y esto provocaba que cada vez que se utilizase la aplicación supusiera un trabajo tedioso rellenar todos los datos. Ahora se han incluido botones de Cargar y Guardar para mejorar el uso de la misma.
5. En muchos casos, al maximizar la ventana, se perdía el formato de las tablas y las gráficas, ahora se ha adecuado para que si se produce dicha maximización, los componentes internos también se amplíen ocupando la totalidad de la ventana y permitiendo un mejor visionado de los resultados.
6. Tal como se menciona en la introducción de la memoria, para la realización del Manual de Uso de la aplicación EMSI este año, se utiliza un programa llamado TT Knowledge Force, que ha sido prestado a la Facultad de Informática de la UCM por la empresa desarrolladora del mismo: TTS. El software de autor de esta herramienta permite crear documentación y programas de aprendizaje de forma sencilla. Ofrece una grabadora orientada a objetos de alto rendimiento y funciones completar para dar soporte a la creación de objetos multimedia. De esta manera se consigue crear un manual de usuario de forma más sencilla y con un formato mucho más claro e interactivo. Aparte de esto la herramienta permite hacer presentaciones sobre la aplicación, o incluso utilizarlo como plataforma e-learning de la misma





## 4.- Comparativas

### 4.1.- Test sintéticos

Implementan una serie de algoritmos que se supone que proporcionan un indicador reproducible de la velocidad de un computador.

#### 4.1.1.- SiSoft SANDRA

SiSoftware Sandra ( the System ANalyser, Diagnostic and Reporting Assistant) es una herramienta de información y diagnóstico del sistema que proporciona un conjunto de test de evaluación del rendimiento bastante completo sobre el hardware , el software y otros dispositivos del sistema, [2][32].

Trabaja a partir de los parámetros de otras utilidades de Windows pero va más allá y da al usuario la capacidad de realizar comparaciones respecto a sistemas de bajo y alto nivel. Permite obtener información acerca de la CPU, chipset, adaptador de video, puertos, impresoras, tarjeta de sonido, memoria, red, rendimiento de Windows, AGP, ODBC conexiones, USB2, 1394/Firewire,etc..

Sandra permite someter al ordenador a toda clase de test, que además de permitir conocer mejor el sistema, permiten saber qué componentes del ordenador se deben mejorar para obtener un mejor rendimiento.

Proporciona toda clase de pruebas de rendimiento, velocidad del microprocesador, evaluación de las capacidades multimedia del procesador, tarjeta gráfica, velocidad de la red, disco duro, memoria RAM, módem, CD-ROM y muchos otros que nos darán una información completa sobre el sistema.

Cada una de las pruebas necesita un tiempo estimado entre 5-10 minutos de espera, dependiendo del número de módulos que se seleccione. Transcurrido este tiempo, esta aplicación devuelve un informe detallado con toda la información del componente examinado, una comparación de los resultados obtenidos con los de otros periféricos o componentes estándar, e incluso un conjunto de consejos sobre cómo hacer para mejorar el rendimiento del sistema.

Este software es compatible con Win95/98/Me/2000/NT/XP y tiene un tamaño estimado de 6.65 Mb. Las herramientas de la aplicación se dividen en los siguientes módulos:

### 4.1.1.1.- *Módulos de asistencia*

Son herramientas que facilitan la evaluación del sistema, haciéndola mucho más sencilla.

- **Agregar un nuevo módulo:** permite agregar un nuevo módulo.
- **Índice de Asistencia de Desempeño Combinado:** realiza algunas comparaciones y genera un índice combinado para el sistema. Usando una matriz de convergencia permite comparar el desempeño del sistema con uno de referencia. Permite observar en qué áreas el sistema es deficiente y qué se necesita para mejorarlo. Igualmente, dentro de la ventana existe la opción de escoger los diferentes dispositivos de referencia con los que se quiera comparar el sistema; así como el sistema operativo, dependiendo de sobre cual se esté trabajando.
- **Asistente Burn-in:** Este asistente permite hacer una prueba de la estabilidad del sistema mediante comparaciones y pruebas continuas donde cualquier problema de inestabilidad inherente será aparente y fácilmente detectable.
- **Asistente de Actualización de Red:** Este asistente permite descargar las actualizaciones disponibles para el software del sistema. Cualquier actualización será descargada e instalada automáticamente en el sistema si el usuario lo permite.
- **Test de productividad:** Ejecuta todos los módulos activos y genera una lista de tips acerca de cómo optimizar el sistema.
- **Asistente para crear un informe:** Permite compilar los datos de todos los módulos disponibles y genera un reporte en una variedad de formatos. Durante la generación del informe se debe tener en cuenta la selección solo de aquellos módulos que sean realmente necesarios dependiendo del tipo de análisis que se solicite, de modo que no tarde mucho tiempo en arrojar los resultados

### 4.1.1.2.- *Módulos de información*

Son herramientas que muestran las características del equipo.

- **Resumen del sistema:** presenta un resumen de las características generales del sistema. Los detalles pueden ser vistos en los otros módulos.
- **Información de la Tarjeta madre:** muestra información acerca de la tarjeta madre del equipo, chasis, chipset, buses, sistema de memoria, caché y otros dispositivos relacionados.
- **Información CPU & ACPI:** muestra información acerca de las fuentes de poder del sistema, así como otras configuraciones de poder relacionados.

- **Información del Sistema de video:** muestra información detallada sobre el monitor, adaptador de video y drivers de video instalados.
- **Información de la memoria de Windows:** muestra información acerca de la memoria del sistema, recursos, drivers de memoria, status y otra información relacionada con la memoria.
- **Información Drivers:** muestra información acerca de los drivers que se encuentran disponibles en el sistema, ya sean remotos o locales.
- **Información de Puertos:** muestra información sobre los puertos paralelo, seria, USB y firewire del sistema y otros dispositivos concernientes a él.
- **Información del Teclado:** muestra información acerca del teclado.
- **Información Mouse:** muestra información acerca del ratón.
- **Información Tarjeta de sonido:** muestra información sobre la tarjeta de sonido y otros dispositivos de sonido instalados en el sistema.
- **Información Impresoras y Faxes:** muestra información acerca de las impresoras y faxes disponibles.
- **Información Dispositivo MCI:** muestra información acerca de los dispositivos de control, media control decives (MCI) activadas en el S.O.
- **Información Windows:** muestra información detallada sobre el S.O o de una simulación del sistema.
- **Información Winsock:** muestra información acerca de las WinSocks que son las interfaces con las que nos conectamos a internet.
- **Información de procesos:** muestra en detalle la información acerca de los procesos que están corriendo en el sistema.
- **Información Módulos:** muestra un resumen de la información acerca de los módulos seleccionados.
- **Información OLE:** muestra información sobre los objetos OLE, es decir aquellos que pueden ser incluidos en un documento.
- **Información Direct X:** muestra en detalle información acerca de la interfaz DirectX y otros dispositivos instalados en el sistema.
- **Información de Red:** muestra información de la red que esta soportada por el sistema y los recursos disponibles.

## COMPARATIVAS

- **Información SCSI:** muestra información detallada acerca de los adaptadores de host SCSI, buses y otros dispositivos conectados al sistema.
- **Información Font:** enseña las fuentes y fondos instalados en el sistema.
- **Información Red IP:** muestra información acerca de la estación de trabajo, servidores y las direcciones IP donde está conectada la máquina.
- **Información CMOS:** muestra información sobre la CMOS del computador, la cual contiene la información volátil.
- **Informaciones Open GL vides:** esta ventana enseña la configuración de las gráficas en 2D y 3D además de su soporte técnico.
- **Información ATA/ATAPI:** muestra información acerca de los host ATA y de los dispositivos ATA/ATAPI conectados al sistema.

### 4.1.1.3.- *Módulos de evaluación del rendimiento*

Son herramientas que muestran cual es el uso y la capacidad del equipo (ver figura 39).

- **Comparación Aritmética del Procesador:** muestra como el procesador maneja las instrucciones en comparación con otros sistemas típicos.
- **Comparación multimedia:** muestra como la CPU maneja las instrucciones multimedia en comparación con otros sistemas de referencia.
- **Comparación sistema de Archivos:** muestra como los archivos del sistema se encuentran conectados a los adaptadores de almacenamiento comparado con otros dispositivos de sistemas típicos.
- **Comparación Unidad de CD y DVD:** compara el comportamiento de los drivers de CR-ROM y DVD con otros drivers en sistemas típicos.
- **Comparación de Memoria de Banda ancha:** muestra el desempeño de la memoria del subsistema, memoria de CPU-Chipset comparado con otros sistemas.
- **Comparación de Memoria de Banda ancha:** muestra el desempeño de la memoria del subsistema, memoria de CPU-Chipset comparado con otros sistemas.
- **Comparación de Caché y Memoria:** muestra el desempeño de la memoria y la caché del subsistema, CPU.

- **Comparación de la red de Banda Ancha y de área Local (LAN):** muestra el rendimiento de la red/LAN y del host/dispositivos del sistema, comparados con otros; permitiendo analizar los diferentes dominios y host.
- **Comparación de la Conexión de Internet:** muestra una comparación de la conexión a Internet/ISP del sistema a evaluar con otros estándares.

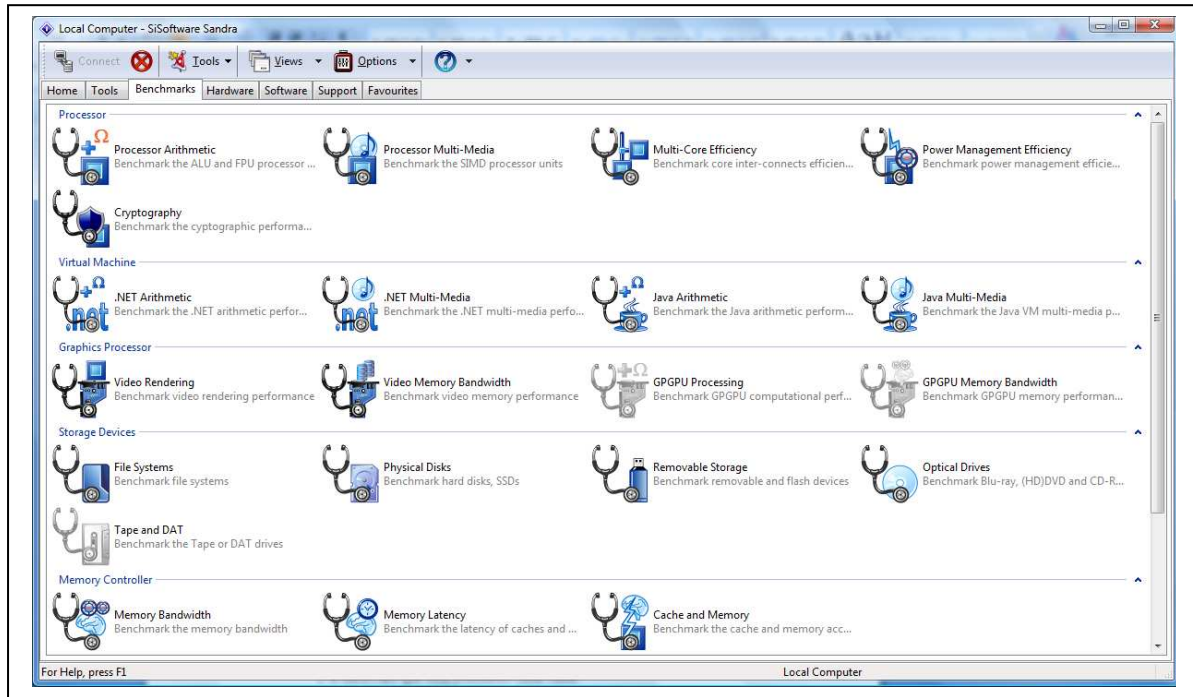


Figura 39. Módulos de evaluación del rendimiento.

#### 4.1.1.4.- Módulos examinadores

Explora el ordenador en busca de todos los componentes que lo forman para ofrecer información detallada de cada uno de ellos y su funcionamiento.

- **Hardware IRQ Settings:** muestra la lista de los requerimientos interrumpidos (IRQ) y el hardware que se utiliza en cada sesión.
- **Ajustes:** enseña la lista de canales de Acceso Directo a la Memoria (DMA) y el hardware que está utilizando cada canal.
- **I/O Settings:** muestra la lista de los puertos entradas/salidas usados, y el hardware que está utilizando en cada puerto.
- **Recursos de memoria:** muestra el rango de memoria utilizado y el hardware que está utilizando cada parte de esta memoria.

- **Plug and Play enumerator:** muestra en detalle la información acerca de los dispositivos instalados en el sistema incluyendo Plug and Play.

### 4.1.1.5.- Módulos del sistema

Muestra como está organizado el S.O permitiendo ver qué programas se encuentran instalados, acceder a la información del registro de arranque...etc (ver figura 40).

- **AutoExec.nt:** muestra el contenido de los archivos de inicio del sistema.
- **Variables de entorno:** Evalúa las variables de entorno y sus valores, lo que servirá para configurar la legalidad del sw. Teniendo en cuenta la configuración actual, del sistema y del usuario.
- **Tipo de archivo:** muestra un listado de los documentos y archivos registrados en el sistema, así como las aplicaciones relacionadas con estos.
- **Aplicaciones instaladas**
- Programas instalados.

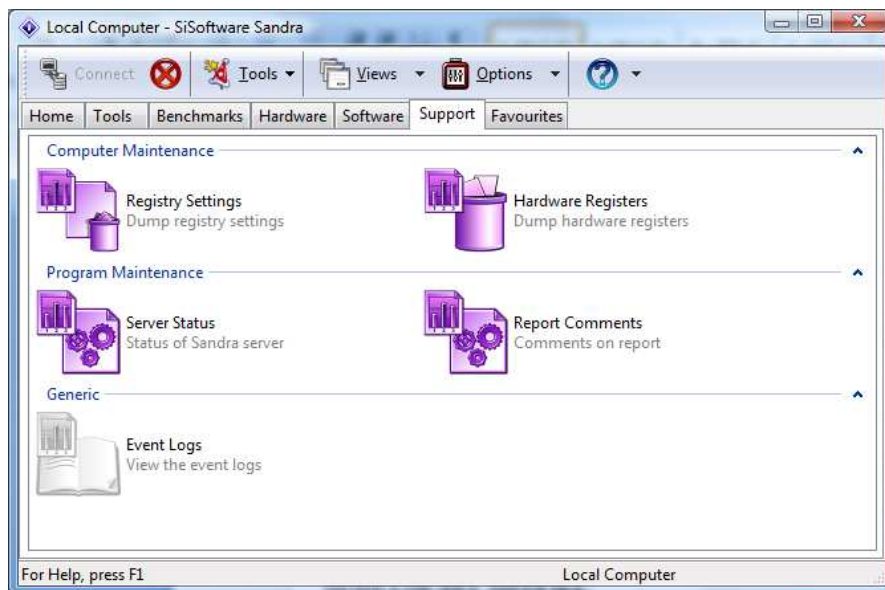


Figura 40. Módulos del sistema

Aunque es una herramienta muy completa para evaluar el rendimiento de cualquier maquina, puede llegar a ser un poco complicada en cuanto a manejo se refiere, ya sea por la lentitud de la evaluación como en muchos aspectos con los que el usuario no está familiarizado.

#### **4.1.2.- HWiNFO 32**

Se trata de un programa que detalla información sobre todo el sistema(ver figura 41). Analiza en profundidad el procesador, la memoria, placa base, los diferentes bus, la tarjeta de vídeo, el monitor, las diferentes unidades de disco, CD o DVD; los dispositivos de audio, adaptadores de red y puertos. Su página oficial es [5].

Además puede proporcionar información detallada y muy útil en cada uno de los aspectos citados, también puede realizar un completo benchmark en el que comparará la maquina con otras configuraciones en aspectos tales como CPU, FPU, MMX, velocidad de transferencia de la memoria y velocidad de lectura del disco duro. También dispone de un módulo de información sobre la temperatura de la CPU y placa base, las velocidades de los ventiladores y los diferentes voltajes.

Un gran inconveniente q encontramos es su limitación en la versión shareware, proporciona un periodo de prueba de 14 días aparte de que proporciona algunas funcionalidades como mostrar información sobre la temperatura de componentes, o velocidades de ventiladores o voltajes más técnicas de lo que queremos en una herramienta para fines didácticos, ya que esto solo complica su utilización sin generar ningún dato excesivamente importante para el estudio del sistema.



## COMPARATIVAS

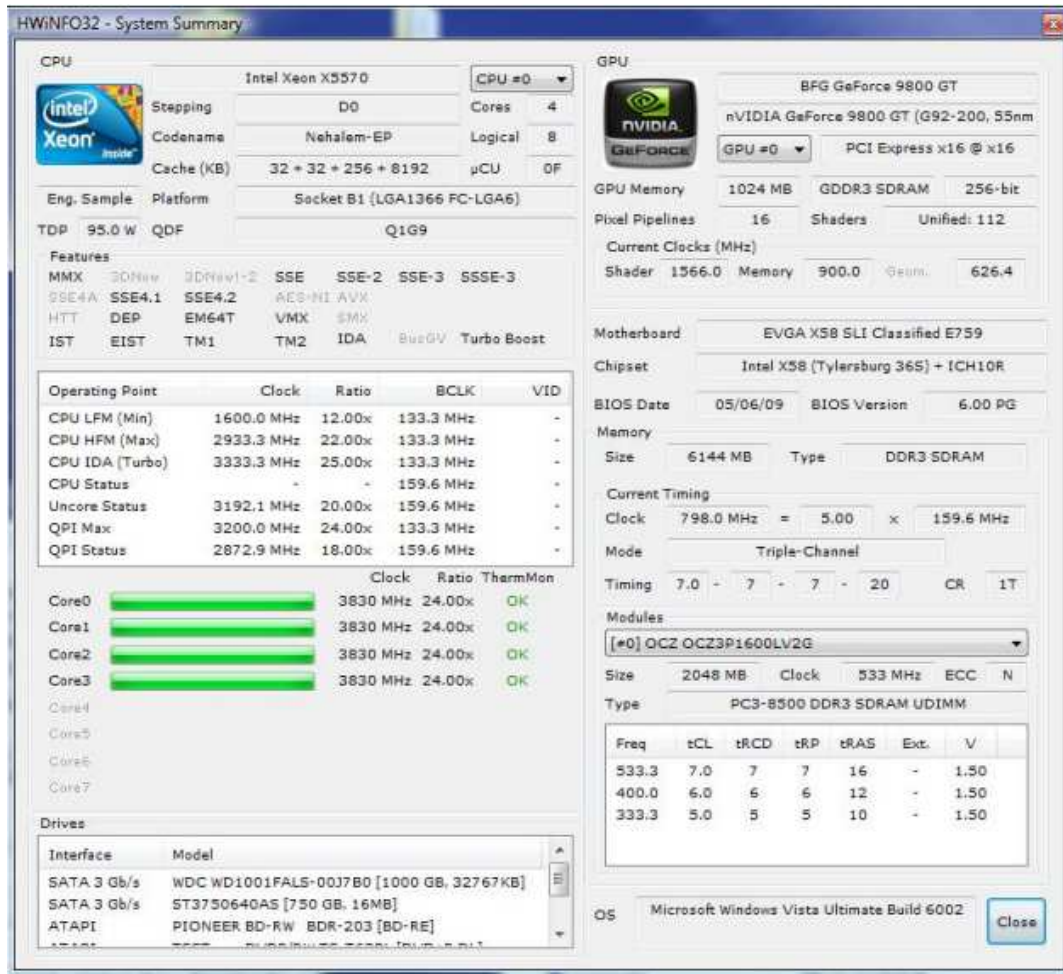


Figura 41. HWiNFO32.

Las aplicaciones de HWiNFO 32 son:

- **Resumen:** proporciona un completo resumen del tipo de procesador, memoria, tarjeta madre y tarjeta de video.
- **Report:** en esta ventana se da la opción de elegir a qué dispositivos y características del sistema deseamos evaluar, aunque en la versión libre no está activada.
- **Comparación:** en esta ventana nos permite comparar las características del equipo en comparación con otros equipos de características similares.
- **Procesador central:** muestra las características básicas del procesador de nuestro equipo.
- **Memoria:** nos muestra las características de la memoria del equipo analizado.
- **Adaptador de video:** la información acerca de los controladores de video.
- **Monitor:** enseña características como la marca y su desempeño.



- **Controladores:** muestra los dispositivos extraíbles tales como la unidad de CD, DVD y Floppy, y los controladores que está utilizando.
- **Audio:** características de la tarjeta de red.
- **Red:** información sobre la tarjeta de red.
- **Puertos:** características de los puertos paralelos, serial, y USB.

Es una aplicación sencilla que proporciona un resumen sobre el rendimiento del sistema como se puede ver en la figura 43, es muy parecida a la aplicación que trae Windows de información del sistema, pero a diferencia de esta, HWiNFO32 permite comparar el rendimiento de nuestro sistema con otros similares.

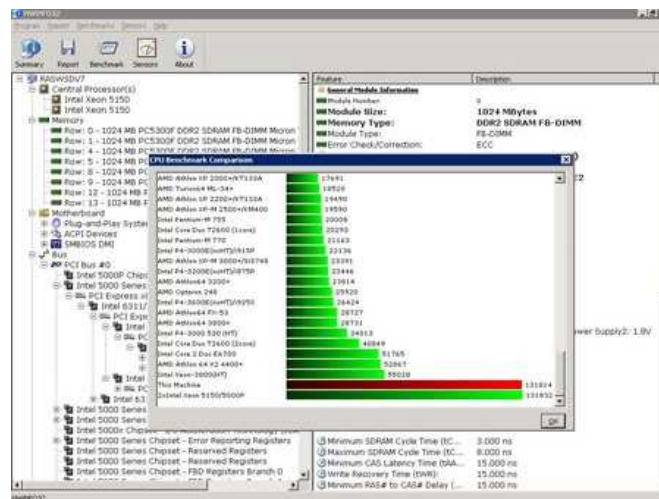


Figura 43. Resumen sobre el rendimiento del sistema.

### 4.1.3.- WEIBULL++7

Este programa es el más usado en las empresas dedicadas al análisis de sistemas. Weibull++7 (ver figura 44) analiza los datos usando diversas distribuciones de vida (entre ellas, por supuesto, la distribución Weibull). Se caracteriza por su interfaz legible y accesible orientada a usuarios expertos, esto puede complicar su uso. Esta aplicación proporciona una gran variedad de análisis de datos, representaciones gráficas e informes para el análisis estándar de vida de los datos de un sistema. Esta versión del Weibull++ permite manejar múltiples análisis con informaciones relacionadas en un mismo archivo. Se encuentra en [4].

## COMPARATIVAS

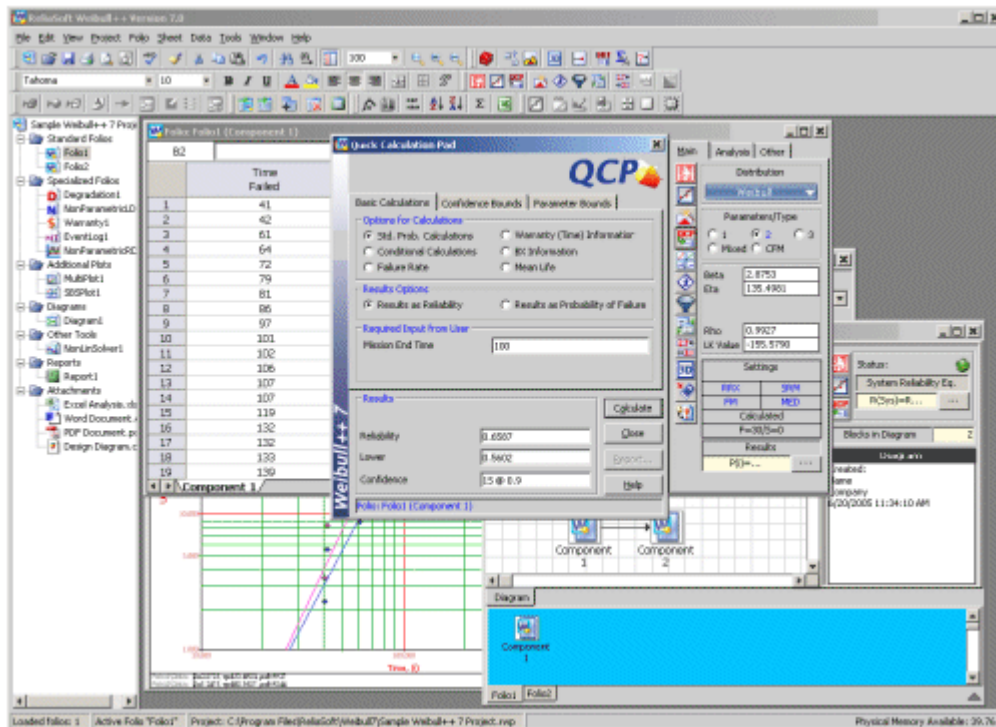


Figura 44. Weibull++7.

**Análisis de Garantías:** mediante una lista de unidades vendidas y devueltas nos devuelve una proyección de garantías futuras, estas unidades pueden ser ingresadas en modos nevada, tiempo hasta la falla o fechas hasta la falla. En modo nevada tiene en cuenta la cantidad vendida y la cantidad devuelta por periodos, en formato fechas hasta la falla mide la garantía con fechas exactas de venta y devolución como se puede ver en la figura 45.

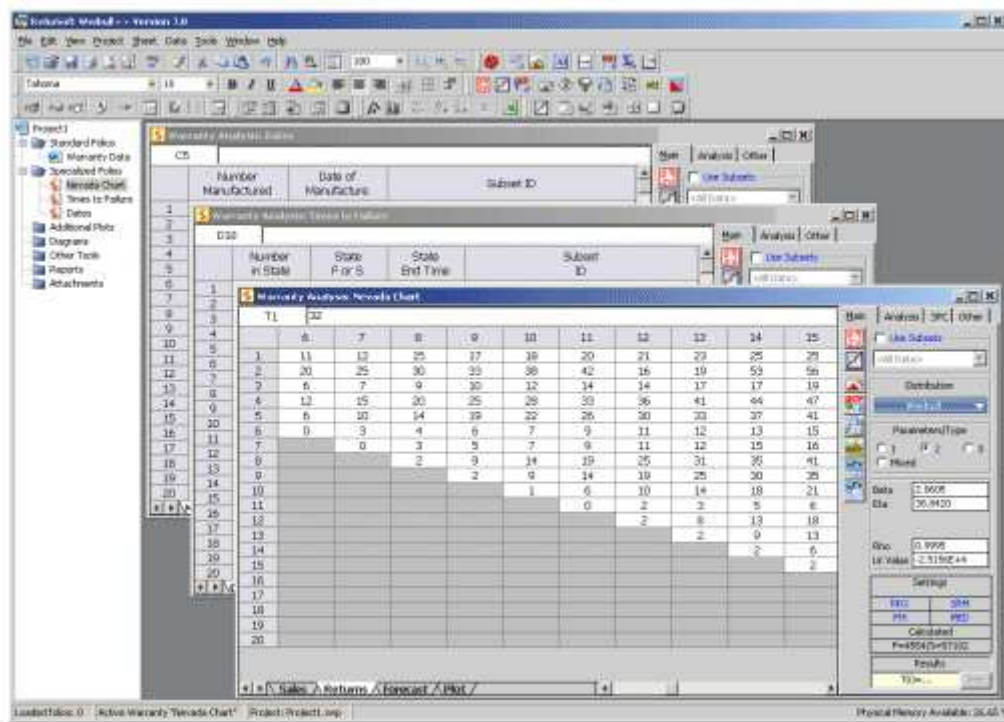


Figura 45. Análisis garantías.

**Diagramas de bloques de Fiabilidad:** Usando Diagramas de Bloques de Confiabilidad (DBC), que están integrados en hojas de cálculo analizara modos de falla en competencia y realizar otros análisis de sistemas (ver figura 46).

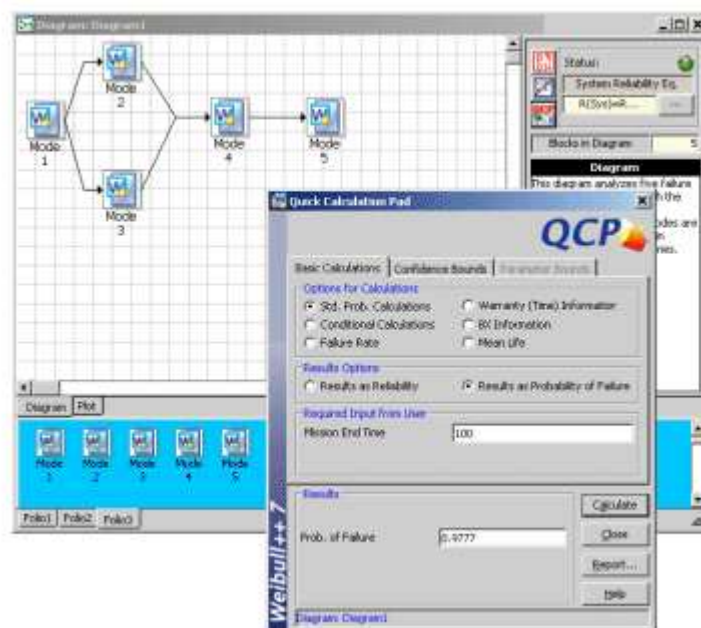


Figura 46. Diagramas de bloques de fiabilidad.

## COMPARATIVAS

**Análisis de datos Recurrentes:** analiza sucesos que son dependientes y no están distribuidos de forma uniforme y modelar el número de ocurrencias de un suceso en un tiempo dado a partir de métodos paramétricos o no paramétricos.

**Análisis de degradación:** Usando los modelos Lineal, Exponencial, Power, Logarítmico, Gompert o Lloyd-Lipow ofrece la posibilidad de explorar tiempos hasta la falla de un producto basándose en su degradación a lo largo del tiempo.

**SimuMatic:** Realiza automáticamente grandes cantidades de análisis sobre segmentos de datos simulados para investigar varias cuestiones de fiabilidad, incluyendo límites de confianza, escenarios de pruebas... etc. La figura 47 muestra un ejemplo de ejecución de SimuMatic.

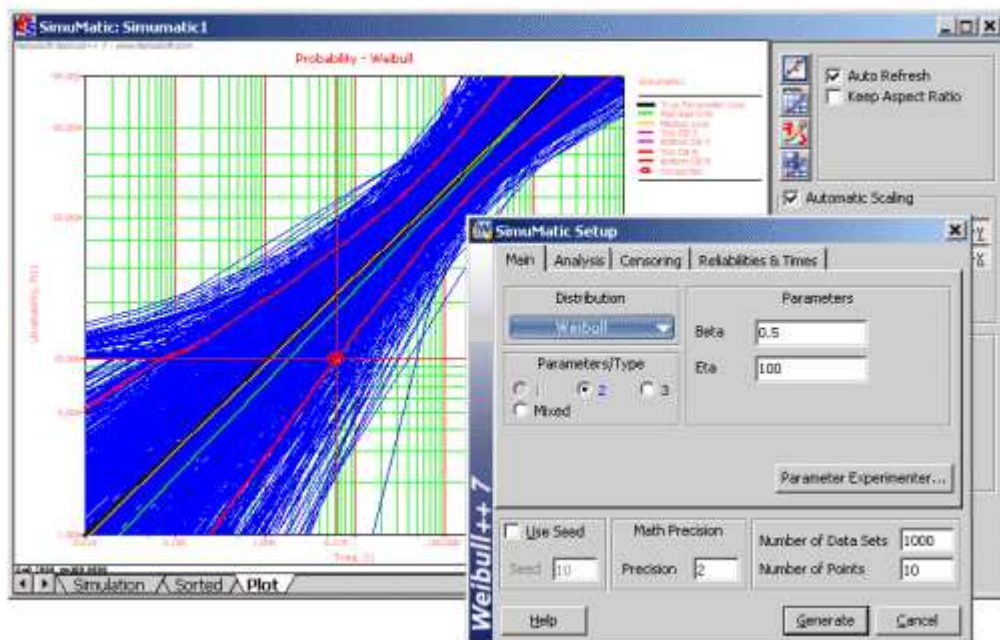


Figura 47. Simumatic.

**Pruebas de Diseño de fiabilidad (DRT):** determina el tamaño de muestras, apropiado, la duración de las pruebas u otras variables para las pruebas de demostración de fiabilidad.

### 4.1.4.- EVEREST

Es una aplicación bastante completa de diagnóstico para el PC que ayuda durante la instalación, optimización o reparación del equipo, ya que proporciona toda la información que se necesite acerca del sistema sobre el que se aplique, desde los dispositivos de hardware y los controladores del equipo hasta sobre la seguridad del sistema operativo y su estabilidad (ver figura 48).

Everest ofrece un sistema de benchmarking y de moritorización del hardware que proporcionan informes detallados en tiempo real. Se puede aprovechar esta herramienta para comparar el rendimiento con el de otros equipos y evitar sobrecargas y errores de hardware, [3].

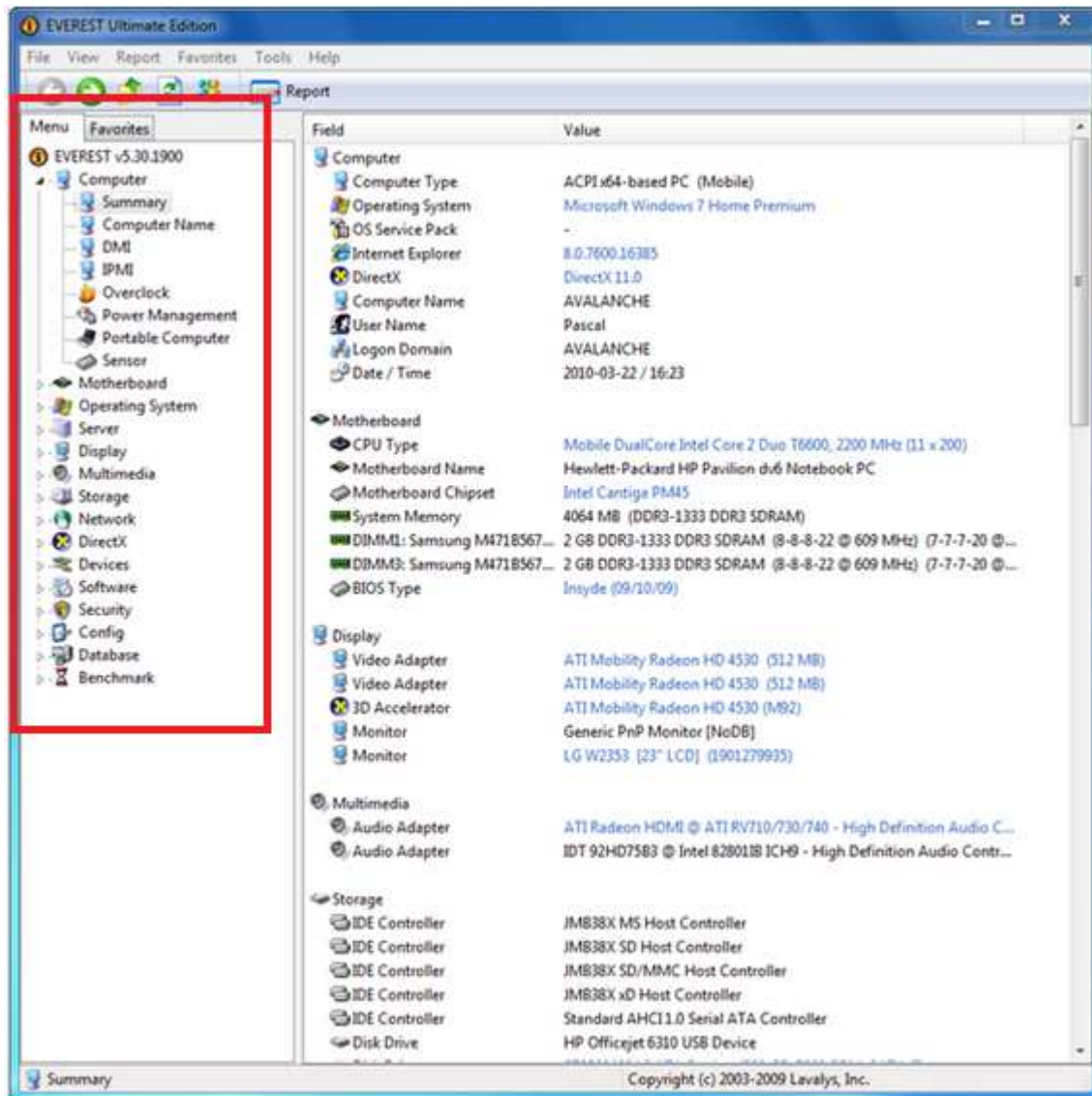


Figura 48. Everest.

Everest Ultimate Edition es la última aplicación de la firma y se compone de los siguientes módulos:

- **Hardware Devices Information (Dispositivos de información de Hardware).** Everest muestra la información de todos los componentes del sistema. Esta información será útil en el caso de querer averiguar cuáles son los componentes de nuestro ordenador, recibir apoyo técnico más rápido, obtener controladores adecuados para los dispositivos y /o asegurarse de que los dispositivos cumplen



## COMPARATIVAS

los requisitos de un nuevo software. La figura 49 muestra un ejemplo de un ordenador analizado por Everest.

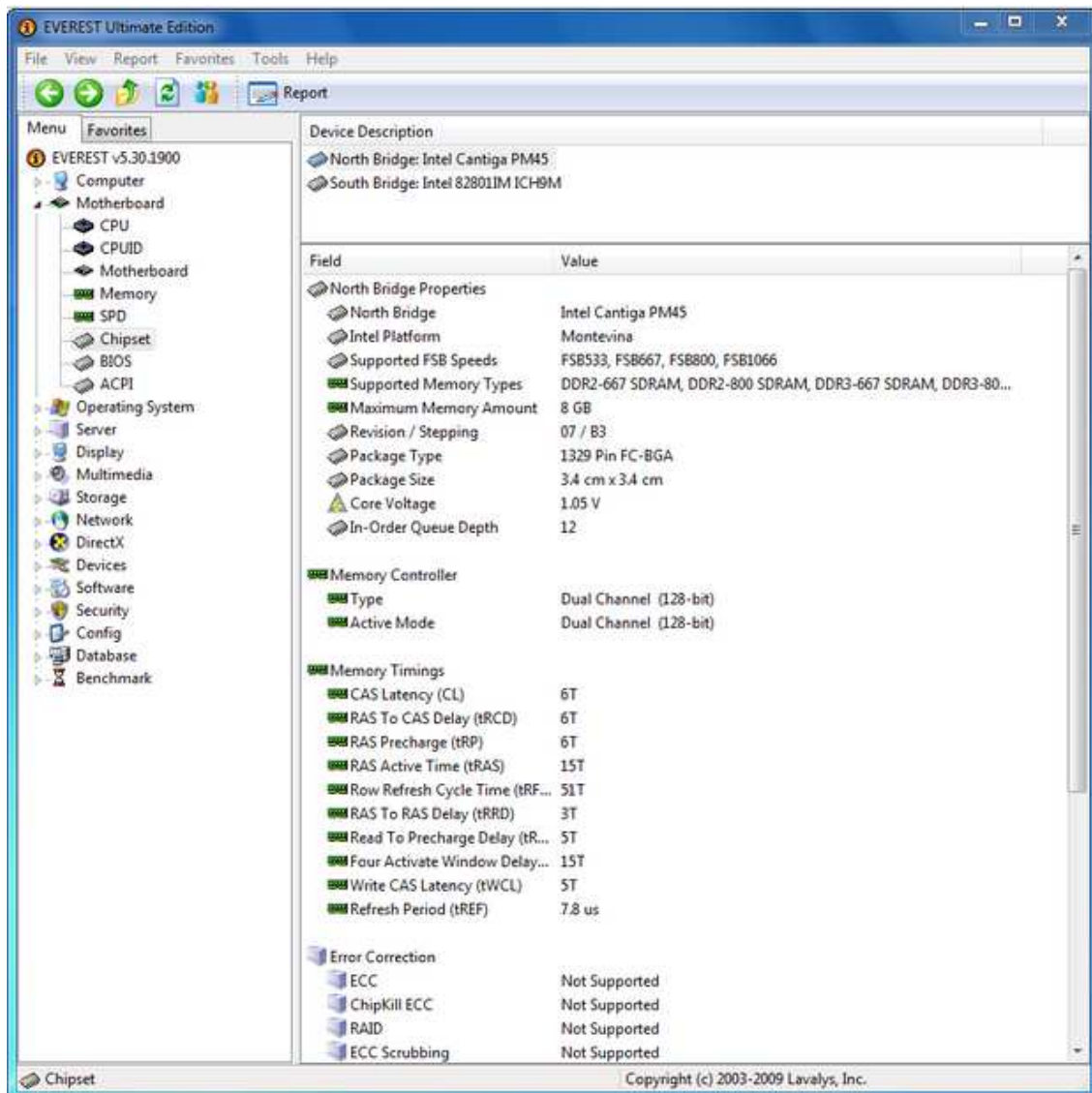


Figura 49. Hardware devices information.

- **Operating System & Installed Software Information ( Información sobre el S.O y el software instalado).** Este software permite tener acceso al software instalado y al S.O , mostrando los detalles de su configuración, de esta manera permite descubrir las versiones instaladas en el equipo, actualizar los controladores de hardware con las versiones más recientes, advierte sobre la reinstalación de licencias y obtiene una visión general de la configuración del sistema operativo (ver figura 50).

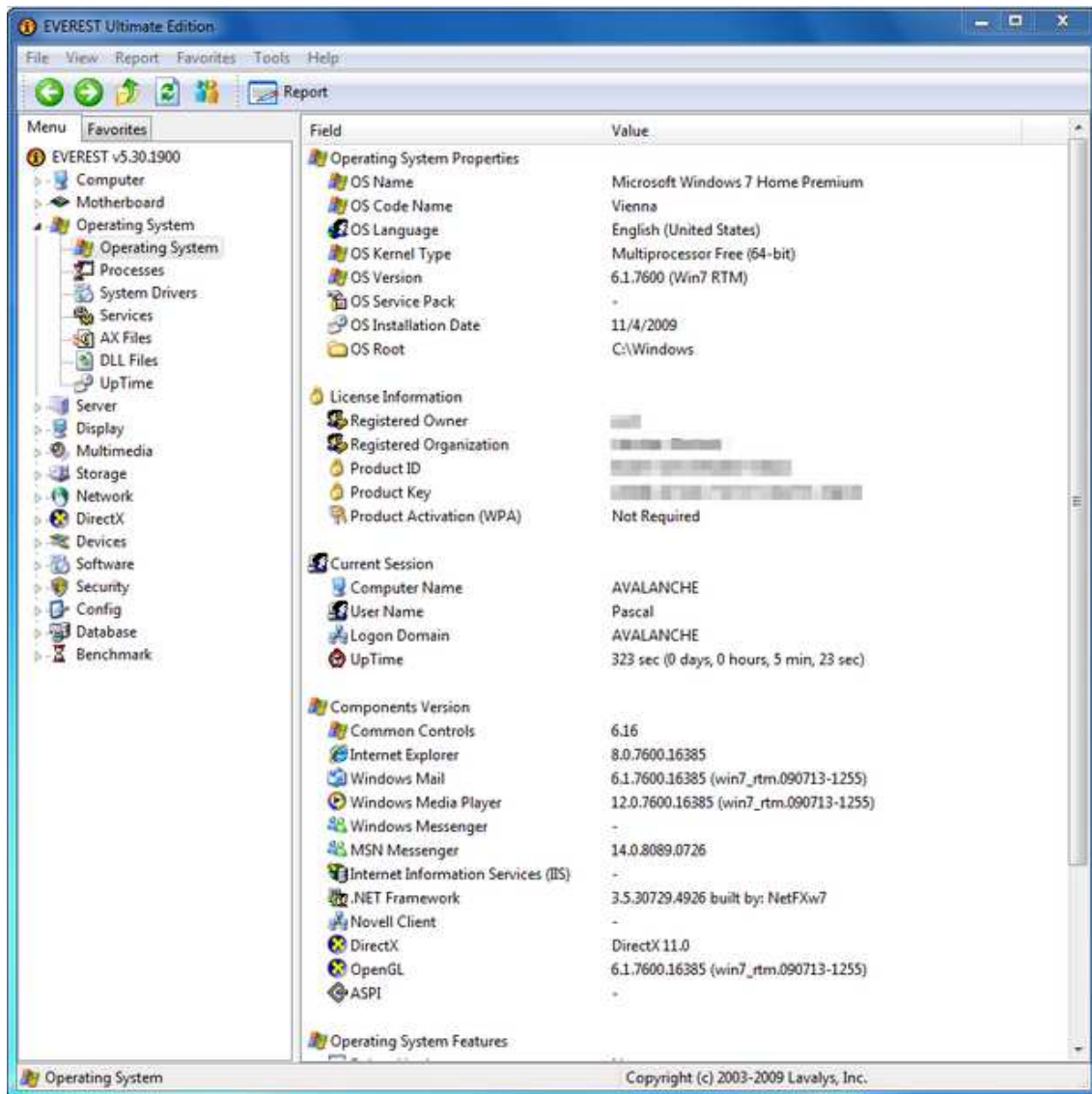


Figura 50. Operating System &amp; Installed Software Information

- **Hardware Monitoring ( Monitorización de hardware).** Ofrece la monitorización a tiempo real del hardware que ofrecerá información sobre la temperatura de la CPU y niveles de ocupación , así como un estado general de su buen funcionamiento. Esto permite visualizar el rendimiento de los componentes hardware, asegurarse de que todos sus componentes funcionan de manera óptima, observar si un componente está fallando y mejorar el hardware para obtener mejores resultados.
- **Speed & Perfomance Benchmarks ( Benchmarks de velocidad y rendimiento).** Con Everest proporciona un benchmark capaz de recabar información del equipo sobre el rendimiento del procesador la memoria y los dispositivos de almacenamiento. Con esto podemos poner a prueba el rendimiento del equipo bajo distintas cargas de procesos diferentes, comparar los resultados del benchmark con los de otros equipos, descubrir los componentes más lentos de nuestro sistema y asegurarnos de que el software del equipo no repercute en este de forma negativa (ver figura 51).

## COMPARATIVAS

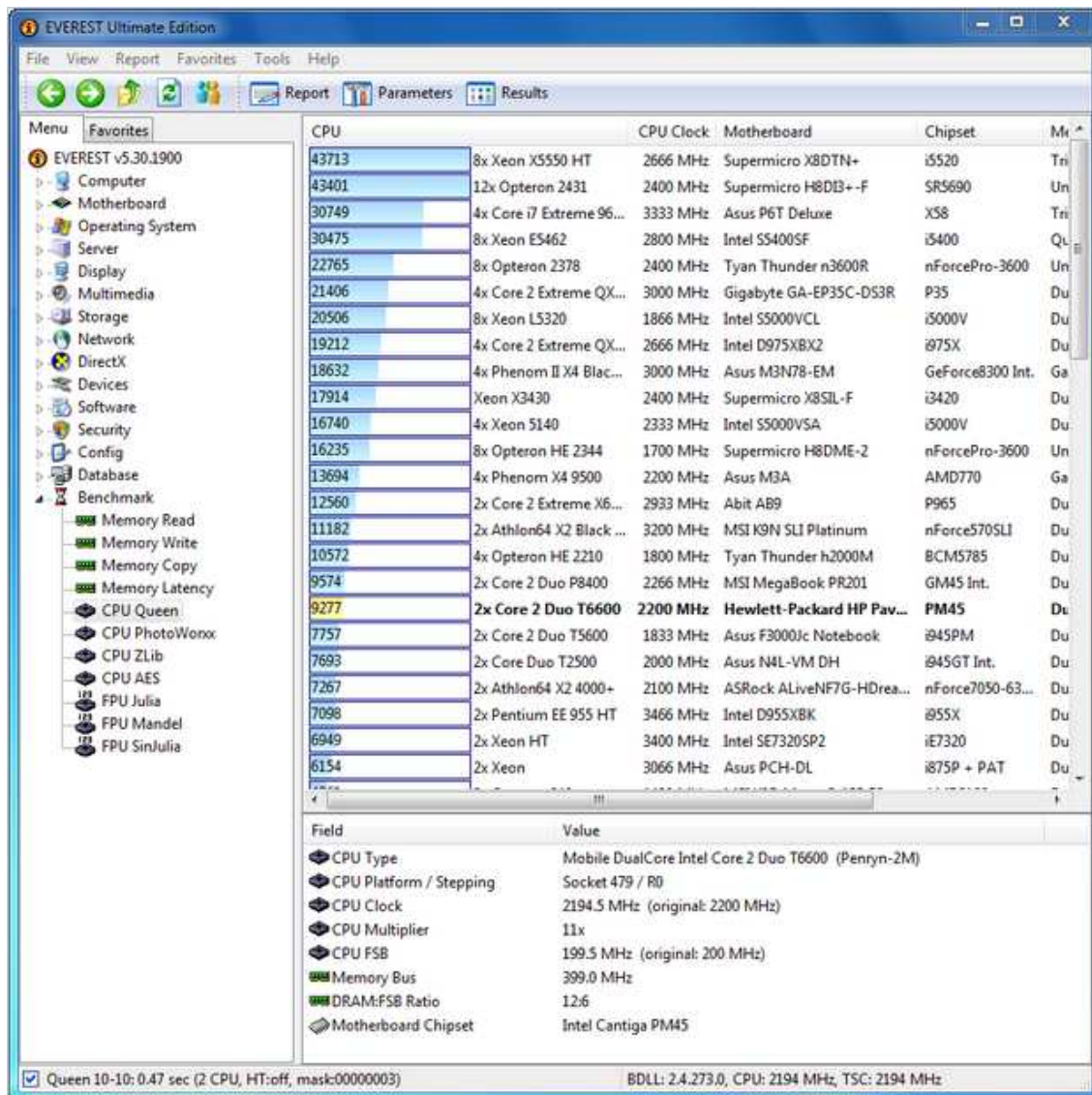


Figura 51. Speed & Performance Benchmarks.

- **System Stability Test (Test de estabilidad).** Finalmente la aplicación proporciona la funcionalidad de poner a prueba la estabilidad del sistema, esto es, ver con que estabilidad responde el equipo a la carga de trabajo. Esto permite vigilar la eficacia del sistema de enfriamiento, asegurarse de que el equipo permite manejar programas de gran envergadura y proporcionar confianza en la estabilidad del equipo.



#### 4.1.5.- AIDA32

Es una aplicación de descripción de los componentes del sistema, diagnóstico y medición del rendimiento que se ejecuta en plataformas Win32. Extrae detalles de todos los componentes de un PC. Muestra la información en la pantalla (figura 52), la imprime, o la guarda en un archivo en diversos formatos como HTML, CSV o XML. Para usuarios corporativos, Aida32 ofrece opciones de línea de comando, auditoría mediante red y estadísticas de auditoría, información remota de sistemas y gestión por red.

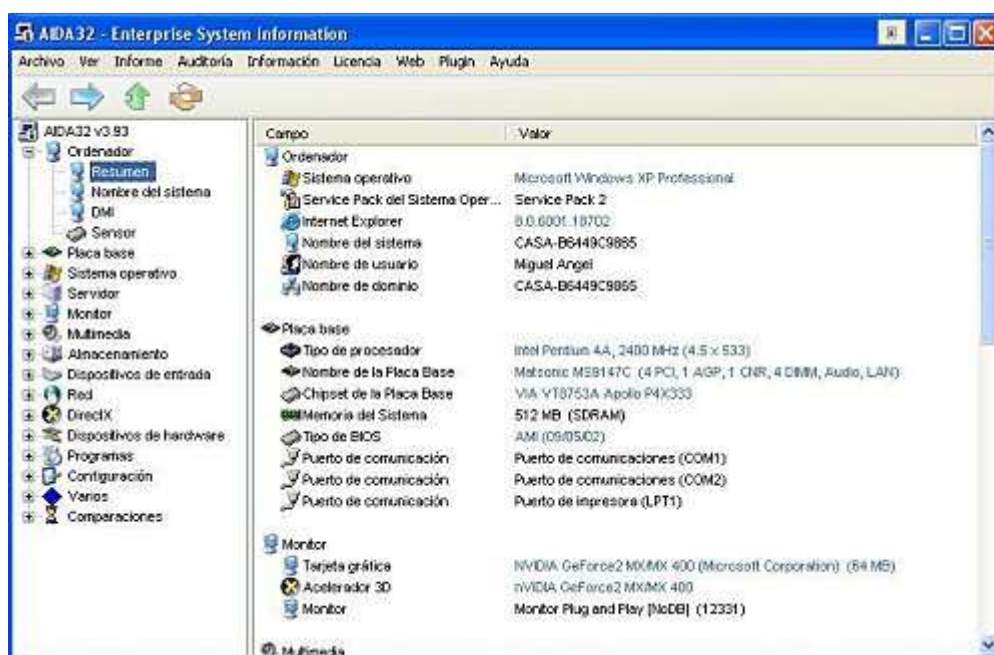


Figura 52. Información componentes sistema.

Dispone de un asistente para generar informes automáticamente en HTML, XML, CSV, TXT, como se puede ver en la figura 53.

## COMPARATIVAS



Figura 53. AIDA32.

Permite comparar la memoria de nuestro sistema con distintos procesadores como muestra la figura 54.

The screenshot shows the AIDA32 - Enterprise System Information window with the 'Comparaciones' section selected. It displays a table comparing memory performance across various processors and motherboards. The table has five columns: Procesador, Placa base, Chipset, and Memoria. The data is as follows:

Procesador	Placa base	Chipset	Memoria
2000 Mb/seg	Celeron4-2.00A	Gigabyte GA-8PEMT4	i845PE
1950 Mb/seg	AthlonXP 2100+	Abit NF7	nForce2-SPP
1960 Mb/seg	P4-2.40A	Asus P4S533-E	SIS645DX
1940 Mb/seg	P4-1.60	Asus P4B266	i845D
1940 Mb/seg	P4-1.80A	MSI 845E Max	i845E
1920 Mb/seg	P4-2.00A	Shuttle AV40	P4X266
1900 Mb/seg	AthlonXP 2200+	Chaintech 7NUL1	nForce2-SPP
1870 Mb/seg	Celeron4-1.70	Asus P4S333-VM	SIS650 Ext.
1870 Mb/seg	Celeron4-1.80	TriGem Imperial	i845GL Int.
1850 Mb/seg	AthlonXP 2000+	Epox EP-8KHA+	KT266A
1810 Mb/seg	P4-1.70	ASRock PE Pro	SIS645
1790 Mb/seg	AthlonXP 1800+	Abit AT7-MAX2	KT400
1770 Mb/seg	AthlonXP 2000+	MSI KT3 Ultra-ARU	KT333
1710 Mb/seg	AthlonXP 1800+	ECS K7S5A	SIS735
1700 Mb/seg	Athlon-1.20	Abit KG7	AMD760
1560 Mb/seg	Athlon-1.20	Asus A7M266	AMD760
1500 Mb/seg	AthlonXP 1500+	Asus A7V266	KT266
1040 Mb/seg	Celeron4-1.70	ECS P455A/DX+	SIS645DX
990 Mb/seg	AthlonXP 1700+	ACOpen AK73A	KT133A
980 Mb/seg	PII-866EB	Asus CUSL2	i815E Ext.
964 Mb/seg	Este ordenador	Matsonic MS9147C	P4X333

Figura 54. Comparación de memoria.

Proporciona una descripción de cada elemento del Panel de Control (ver figura 55).

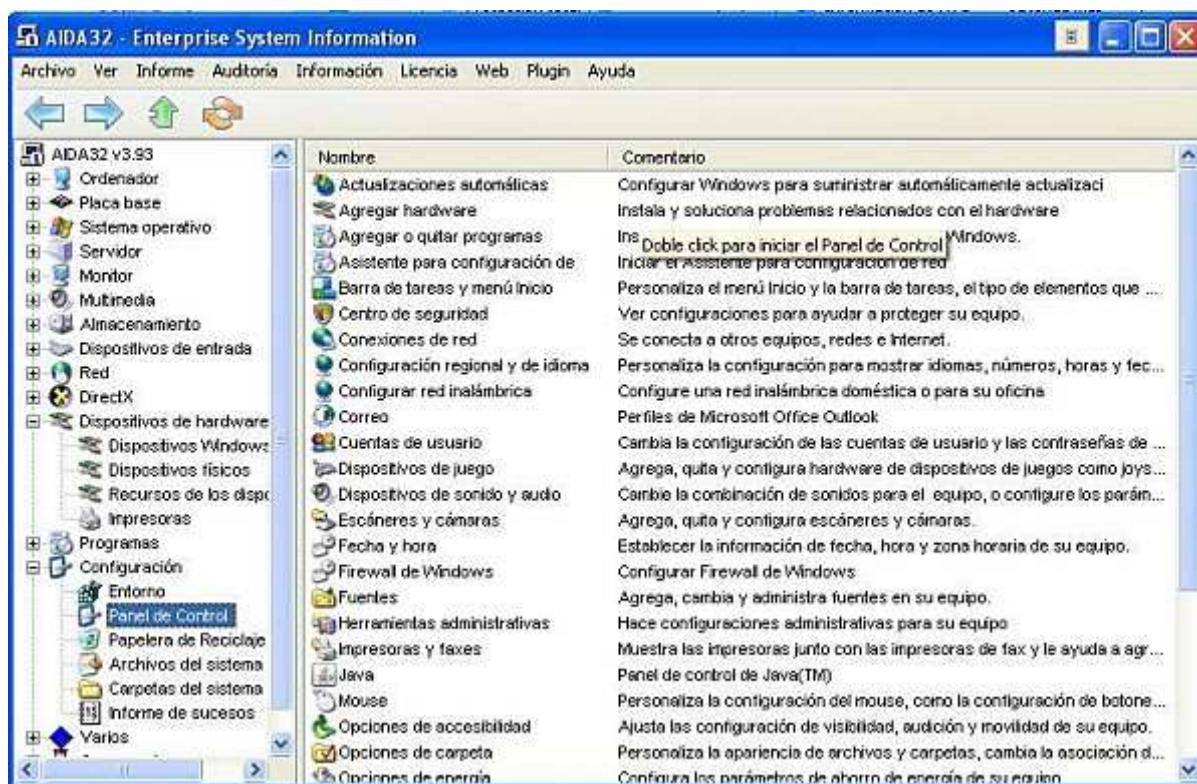


Figura 55. Descripción panel de control.

#### 4.1.6.- Belarc Advisor

La aplicación Belarc Advisor, [6], genera un informe compacto del software y del hardware del equipo en el que se ejecuta. Los resultados se visualizan por medio del navegador que esté instalado en el equipo. Esta información puede guardarse o imprimirse para disponer de una descripción relativamente completa del equipo. Este informe muestra, entre otros, los siguientes datos: información sobre el sistema operativo, procesador, memoria RAM, unidades de disco locales y en red, impresoras instaladas, placa base, puertos, tarjeta gráfica y todo el software que se tenga instalado.

Belarc Advisor no permite la generación de informes personalizados como en el caso de la aplicación Aida32; sin embargo, la información proporcionada es a menudo suficiente si se desea almacenar la descripción de los equipos de una empresa a modo de inventario.

## 4.2.- Test no sintéticos

Simulan la ejecución de aplicaciones.

### 4.2.1.- Bapco

Business Performance Corporation (BAPCo) es una organización sin fines de lucro cuya misión es crear aplicaciones benchmark que comparen el rendimiento de sistemas informáticos, orientadas hacia las aplicaciones de negocios.

SYSmark ® 2004 SE [35] es la última versión del benchmark de BAPCo orientado a las aplicaciones de negocio. Puede descargarse de la página oficial [7].

BAPCo sigue un ciclo de desarrollo en el que aplica sus métodos estándar sobre un conjunto de parámetros basados en el modelo de uso, la viabilidad técnica y los datos indicadores del mercado. Estos parámetros junto con la aplicación de las características de carga de trabajo físico y lógico determinarán la composición de las cargas de trabajo de SYSmark.

El proceso de desarrollo comienza identificando cuales son los usos principales de los ordenadores personales para el entorno de negocio y determina el tipo de datos y las características de salida que esperan los usuarios.

Al determinar estas características de salida BAPCo reconstruirá una simulación de la interacción del usuario con el entorno y devolverá unas instrucciones o “scripts” que al integrarlas en el módulo de benchmarking de la aplicación se obtendrán las cargas de trabajo, estas cargas de trabajo serán analizadas y ajustadas en base tanto a sus características lógicas como físicas hasta obtener un resultado equilibrado. Una clave importante en el desarrollo del proceso será la opinión proporcionada por los expertos. La compañía se asegura de que estos expertos tengan más de 5 años de experiencia en la experimentación con estas aplicaciones para que sus aportaciones sean fiables. La figura 56 muestra un ejemplo de ejecución de Sysmark 2004SE.



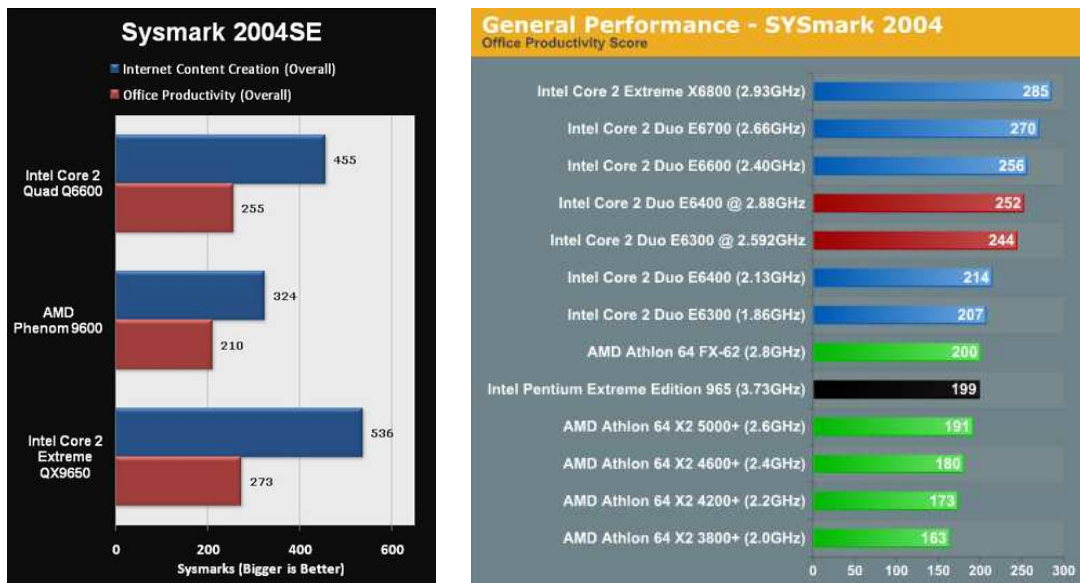


Figura 56. Sysmark 2004SE.

La representación de los pasos de desarrollo puede verse en la figura 57.

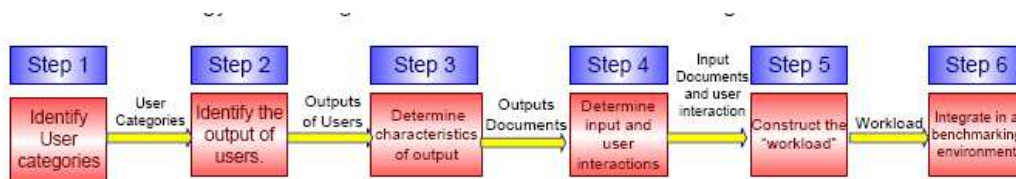


Figura 57. Representación de los pasos de desarrollo.

- STEP1: Identificar usos. SYSmark 2004 SE, BAPCo distingue dos tipos de categorías de uso en negocios:
  - Creaciones de internet: aplicaciones avanzadas con contenidos para la web: páginas web con texto, imágenes, videos, animaciones...
  - Aplicaciones ofimáticas: aplicaciones ofimáticas orientadas al negocio desde el correo electrónico, bases de datos, manejadores de datos, preparación de documentos y presentaciones...
- STEP2: Salida. En este paso se estudian los posibles resultados de las aplicaciones de cada categoría. Esta información nos dará un modelo de casos de uso.
  - Creaciones de internet: Imágenes digitales, videos, animaciones, paginas web 3-D

## COMPARATIVAS

- Aplicaciones ofimáticas: documentos de texto, presentaciones, emails, bases de datos, antivirus, documentos comprimidos...
- STEP3: características de salida:
  - Identifica los tipos de datos devueltos en el paso anterior. Esta información identifica los datos correspondientes a las aplicaciones y las traduce introduciéndolas en el módulo de benchmark. Para ello BAPCo utiliza una gran variedad de fuentes compatibles con las aplicaciones que están en el mercado.
- STEP4: Documentos de entrada e interacción del usuario.
  - Los datos obtenidos de la experimentación de los expertos con los distintos documentos se unen para representar los distintos escenarios y traducirlos para crear la carga de trabajo para el módulo de benchmark.
  - Entendemos como escenario, por ejemplo, la creación de una presentación de marketing para la distribución de un nuevo producto. Los usuarios reciben por correo un archivo comprimido con el documento, deben asegurarse de que este correo no tiene virus, mientras lo hacen comienzan a escribir un documento nuevo para completar el documento necesitan acceder a una base de datos.
  - Los expertos reproducirán el escenario y evaluarán el rendimiento de sus sistemas a la hora de realizar todas estas acciones.
- STEP5: Construcción de la carga de trabajo.
  - La carga de trabajo, en términos de puntos de referencia BAPCO, se define como una serie de datos de entrada y las interacciones de usuario que originan la salida final de los documentos. Para cada uno de los usos, las entradas de usuario y documentos de entrada son desarrollados por los expertos para ceñirse al escenario. El resultado es una carga de trabajo claramente definida que está lista a ser escrita en el Paso 6.
- STEP6: Integración de la carga de trabajo.
  - En el último paso, SYSmark 2004 SE, traduce la carga de trabajo a un punto de referencia automatizado. SYSmark 2004 SE emula a un usuario que usa un ordenador. Estas órdenes son convertidas en “scripts” que serán usadas por el benchmark para controlar cada uno de los usos individuales incluidos en SYSMARK 2004 SE. Para asegurarse que el punto de referencia es determinista, BAPCo usa un marco para instalar las aplicaciones, controlar las escrituras, registrar y mostrar los resultados de funcionamiento.

La unidad fundamental de medida del SYSMARK 2004 SE es el “tiempo de respuesta”. El tiempo de respuesta, en el contexto de SYSMARK 2004 SE, es definido como el tiempo que toma el ordenador para completar una tarea que ha sido iniciada por el “script”. La tarea puede ser iniciada por un clic de ratón o una pulsación una tecla.

Un ejemplo de Resultados de evaluación del SYSmark 2004 puede verse en las tablas 3, 4 y 5.

### FRECUENCIA DE CPU

CPU Frequency(GHz)	2.6	2.8	3.0
<b>Frequency</b>	baseline	<b>8%</b>	<b>15%</b>
<b>SYSmrk® 2004 Rating</b>	baseline	<b>4%</b>	<b>9%</b>
Internet Content Creation	baseline	7%	14%
3D Creation	baseline	7%	13%
2D Creation	baseline	7%	15%
Web Publication	baseline	6%	13%
Office Productivity	baseline	1%	4%
Communication	baseline	0%	3%
Document Creation	baseline	5%	9%
Data Analysis	baseline	-1%	3%

**Table 3. SYSmrk 2004 CPU Frequency Sensitivity. (Intel \* Pentium\*4 processor, i865G motherboard, 512 MB memory, Maxtor 6E040L0 37GB IDE, Windows\* XP Professional)**

### MEMORIA PRINCIPAL

Main Memory (MB)	256	512	1024	2048
<b>SYSmrk® 2004 Rating</b>	<b>baseline</b>	<b>15.8%</b>	<b>18.0%</b>	<b>18.7%</b>
Internet Content Creation	<b>baseline</b>	<b>15.5%</b>	<b>16.8%</b>	<b>18.0%</b>
3D Creation	baseline	2.9%	4.6%	6.9%
2D Creation	baseline	36.3%	38.8%	39.4%
Web Publication	baseline	8.6%	8.6%	9.3%
Office Productivity	<b>baseline</b>	<b>16.7%</b>	<b>19.2%</b>	<b>19.2%</b>
Communication	baseline	27.3%	29.5%	28.4%
Document Creation	baseline	10.4%	12.5%	13.2%
Data Analysis	baseline	14.1%	16.3%	17.8%

**Table 4 – SYSmrk 2004 Main Memory Sensitivity (Intel\* Pentium\*4 processor at 3.0 GHz, i865G motherboard, Windows\* XP Professional)**

## DISCO

## IO

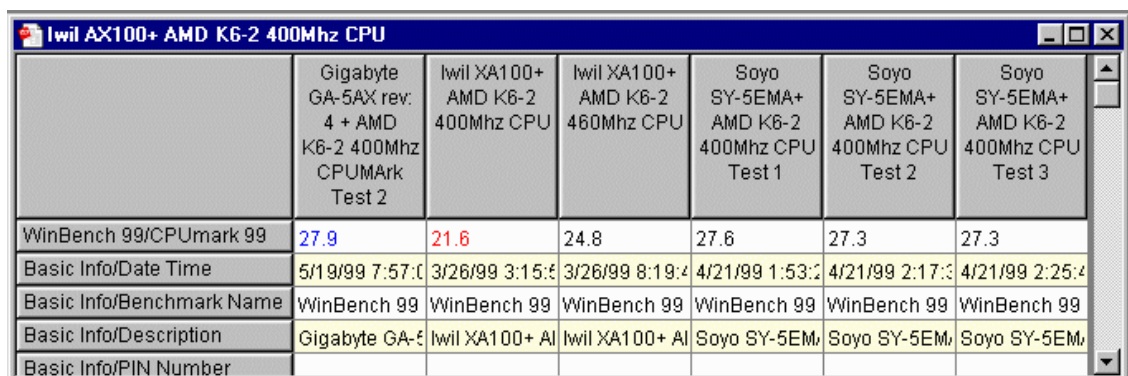
	18 GB ATA/66	80 GB ATA/100	160 GB SATA
<b>SYSMark® 2004 Rating</b>	<b>baseline</b>	<b>15%</b>	<b>19%</b>
Internet Content Creation	<b>baseline</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>
3D Creation	baseline	3%	4%
2D Creation	baseline	27%	26%
Web Publication	baseline	5%	5%
Office Productivity	<b>baseline</b>	<b>19%</b>	<b>26%</b>
Communication	baseline	33%	55%
Document Creation	baseline	7%	7%
Data Analysis	baseline	16%	18%

**Table 5 – SYSMark 2004 Disk IO Sensitivity (Intel® Pentium®4 processor at 2.8 GHz, i865G motherboard, 512 MB ATI 9700 Pro Video Card, IBM DJNA-371800 ATA/66 19 GB 7200 RPM, IBM Deskstar 07N9210 ATA/100 82.3 GB 7200 RPM IDE drive, Seagate Barracuda ST3160023AS 160 GB 7200 RPM Serial ATA drive, Windows® XP Professional)**

## 4.2.2.- WinBench99

WinBench99 (ver figura 58) es una aplicación para la evaluación del rendimiento (benchmarks) utilizado para la comparación de computadores por la revista PC Magazine. Es un banco de pruebas que evalúa el rendimiento de los subsistemas de gráficos, discos y vídeo.

Los test de Winbench99 se pueden ejecutar en los siguientes sistemas operativos: Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000 y Windows Me.



Iwil AX100+ AMD K6-2 400Mhz CPU						
	Gigabyte GA-5AX rev: 4 + AMD K6-2 400Mhz CPUmark Test 2	Iwil XA100+ AMD K6-2 400Mhz CPU	Iwil XA100+ AMD K6-2 460Mhz CPU	Soyo SY-5EMA+ AMD K6-2 400Mhz CPU Test 1	Soyo SY-5EMA+ AMD K6-2 400Mhz CPU Test 2	Soyo SY-5EMA+ AMD K6-2 400Mhz CPU Test 3
WinBench 99/CPUmark 99	27.9	21.6	24.8	27.6	27.3	27.3
Basic Info/Date Time	5/19/99 7:57:0	3/26/99 3:15:4	3/26/99 8:19:4	4/21/99 1:53:2	4/21/99 2:17:3	4/21/99 2:25:4
Basic Info/Benchmark Name	WinBench 99	WinBench 99	WinBench 99	WinBench 99	WinBench 99	WinBench 99
Basic Info/Description	Gigabyte GA-5	Iwil XA100+ A	Iwil XA100+ A	Soyo SY-5EM	Soyo SY-5EM	Soyo SY-5EM
Basic Info/PIN Number						

Figura 58. WinBench99.



#### **4.2.3.- SPEC**

Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC), es un consorcio sin fines de lucro que incluye a vendedores, integradores de sistemas, grupos de investigación, publicadores y consultores de todo el mundo. Tiene dos objetivos: crear un benchmark estándar que mida el rendimiento de sistemas informáticos, controlar y publicar los resultados. Se puede encontrar en [8][36].

SPEC CPU2000 se creó con el fin de proporcionar una medida de rendimiento capaz de comparar cargas de trabajo intensivas en distintos sistemas. Contiene dos benchmark suites: CINT2000, mide y compara el rendimiento de computación intensiva de enteros, y CFP2000 que mide y compara el de flotantes.

Al ser intensivos en cómputos, miden el rendimiento del procesador del ordenador, la arquitectura de la memoria y compilador. No fuerzan los componentes de E/S ni los de red ni los de gráficos. Si bien pueden utilizarse estos benchmarks para probar un sistema de forma tal que alguno de estos componentes afecte el rendimiento del equipo, no es ese el objetivo de estas suites. CINT2000 contiene 11 aplicaciones en C/C++ usadas como benchmarks:

- 164.zip Utilidad de compresión de datos.
- 175.vpr Direccionamiento y ubicación de circuitos FPGA.
- 176.gcc Compilador C.
- 181.mcf Resolutor de costo mínimo de flujo de red.
- 186.crafty Programa de ajedrez.
- 197.parser Procesamiento de lenguaje natural.
- 252.eon Efectos producidos por distintas fuentes de luz.
- 253.perlbmk Perl.
- 254.gap Teoría de grupo computational.
- 255.vortex Base de datos orientada a objetos.
- 256.bzip2 Utilidad de compresión de datos.
- 300.twolf Simulador de ubicación y ruteo.

## COMPARATIVAS

Shell	Benchmark	w/o MASA (Shell L2C)	w MASA (Shell L2C)	Shell	Benchmark	w/o MASA (Shell FP)	w MASA (Shell FP)
Shell_0	164.gzip	286	298	Shell_0	164.gzip	279	272
	176.gcc	561	598		176.gcc	475	408
	186.crafty	225	235		186.crafty	215	218
	252.eon	313	338		252.eon	330	336
	254.gap	256	271		254.gap	205	236
	256.bzip2	526	487		256.bzip2	417	433
Shell_1	175.vpr	529	525	Shell_1	175.vpr	436	484
	181.mcf	607	613		181.mcf	474	448
	197.parser	630	515		197.parser	481	536
	253.perlbmk	422	453		253.perlbmk	440	385
	255.vortex	479	458		255.vortex	473	290
	300.twolf	629	507		300.twolf	558	470
Shell_2	168.wupwise	337	331	Shell_2	168.wupwise	297	300
	172.mgrid	708	639		172.mgrid	621	513
	177.mesa	266	270		177.mesa	234	250
	197.art	842	781		197.art	585	594
	187.facerec	320	301		187.facerec	292	278
	189.lucas	314	299		189.lucas	279	196
Shell_L2C	200.sixtrack	314	256	Shell_2	200.sixtrack	347	247
	197.parser	519	498	Shell_FP	177.mesa	244	246
	197.parser	597	587		177.mesa	335	294
	197.parser	466	505		177.mesa	302	284
	197.parser	557	563		177.mesa	227	237
	197.parser	336	389		177.mesa	251	263
Total		11036	10717		177.mesa	284	280
					177.mesa	244	245
				Total		9322	8743

**Table 7: Time (sec.) to complete SPEC-CPU2000 benchmarks w/o and w/ MASA**

CFPT2000 contiene 14 aplicaciones en fortran, fortran90 y C :

- 168.wupwise Cromodinámica de cuantos.
- 171.swim Modelado de aguas poco profundas.
- 172.mgrid Resolutor de multi-grilla en campos potenciales 3D.
- 173.applu Ecuaciones diferenciales parciales parabólicas/elípticas.
- 177.mesa Biblioteca de gráficos 3D.
- 178.galgel Dinámica de fluidos: análisis de inestabilidad oscilatoria.
- 179.art Simulación de red neuronal: teoría de la resonancia adaptativa.
- 183.equake Simulación de elementos finitos: modelado de terremotos.
- 187.facerec Reconocimientos de imágenes: reconocimiento de rostros.
- 188.amp Química computacional.
- 189.lucas Teoría de los números: prueba de primalidad.
- 191.fma3d Simulación de elementos finitos en choque.
- 200.sixtrack Modelo de acelerador de partículas.
- 301.apsi Resolutor de problemas de temperatura, viento y distribución de contaminantes.

Los benchmark de CPU de SPEC proporcionan una medida de rendimiento comparando sistemas sobre la base de una carga de trabajo intensiva en cómputo bien conocida, con énfasis

en la capacidad del procesador, la jerarquía de memoria y el compilador. Todos los benchmarks están basados en aplicaciones. Estas aplicaciones pueden provenir de cualquier ámbito de trabajo siempre que la propuesta contenga una descripción de la utilidad del programa.

### 4.2.4.- LINPACK

Se creó en 1976 y es uno de los más usados en sistemas científicos y de ingeniería. Originalmente fue una extensión del programa Linpack, este programa resolvía ecuaciones y mostraba el tiempo de ejecución del programa en distintas máquinas. Poco a poco se fueron agregando varias máquinas hasta convertirse en un método de medida. Podemos encontrarlo en [36].

Como característica principal de Linpack es el uso intensivo que hace de las operaciones en coma flotante, esto hace que el resultado sea muy dependiente de la capacidad de la FPU que tenga el sistema. Por otra parte, al realizar esencialmente cálculos con matrices es un test fácilmente paralelizable, y se puede utilizar para medir la eficiencia de sistemas multiprocesadores.

En la figura 59 podemos observar un estudio comparativo de las velocidades de varios procesadores con el resultado expresado en MFlops.

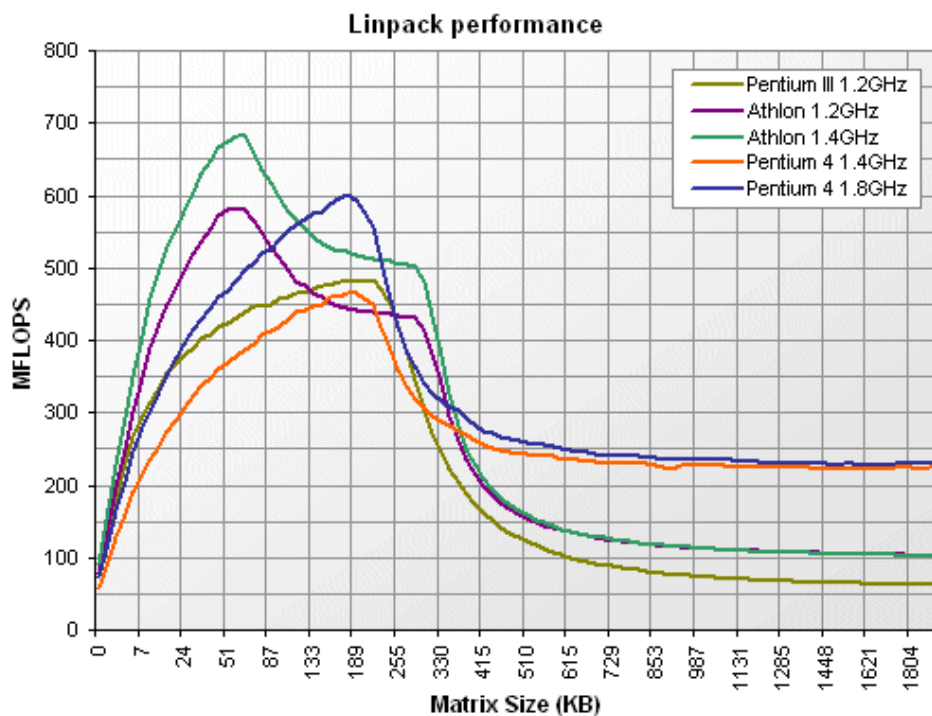


Figura 59. Linpack.

### 4.3.- Conclusiones del la comparativa de mercado

Tras el estudio intensivo de las diferentes herramientas que existen en el mercado podemos destacar las herramientas Everest, SisoftSandra y Weibull++7 como las mejores alternativas a nuestra aplicación. En ellas podemos encontrar diversas utilidades para ampliar nuestra herramienta EMSI en un futuro. Debemos tener en cuenta que el objetivo de EMSI es crear una aplicación de evaluación de rendimiento y modelado intuitiva y sencilla orientada al ámbito académico.

Estas herramientas no cumplen del todo este objetivo por diversas razones. En primer lugar son aplicaciones poco intuitivas para un usuario inexperto, ya que están orientadas a profesionales, su manejo es complicado y los manuales y ayudas muy técnicos y de un nivel superior al de los estudiantes. Por otro lado el tiempo de evaluación es en general bastante lento por lo que la espera para obtener los informes se hace larga y los datos obtenidos son poco claros y excesivos. Los informes contienen multitud de detalles que son innecesarios para la comprensión de los conceptos que se persiguen sobre fiabilidad y rendimiento. Se debe tener en cuenta también que la mayor parte de estas herramientas no son software libre, sus licencias suelen ser bastante caras y las versiones gratuitas tienen restringidas muchas de sus utilidades además que suelen ser dependientes de un periodo de prueba.

Se considera necesaria la existencia de una aplicación como EMSI ya que proporciona a todas las opciones de evaluación posibles para los sistemas, pero siempre de una forma simple, ligera, concisa y sobre todo fácil de utilizar para estudiantes inexpertos.

## 5.- Conclusiones y trabajo futuro

### 5.1.- Conclusiones

Tras un año dedicado a la investigación y desarrollo de esta herramienta, los autores de la misma, han llegado a comprender la importancia que una aplicación como esta puede suponer para el ámbito educativo universitario. El gran número de funcionalidades que ofrece la herramienta EMSI sirven al usuario de esta para comprender la materia y ampliar los conocimientos sobre los que se basa la aplicación.

Es posible que no sea la más completa o amplia del mercado, pero su diversidad, unido a la facilidad de uso y sobre todo a un factor muy importante que es que se trata de software gratuito, hacen de EMSI una herramienta imprescindible para la realización de asignaturas enfocadas al estudio del rendimiento de sistemas.

Tras el trabajo realizado el año anterior y las ampliaciones y revisiones realizadas en este curso académico, los autores consideran que este programa ya tiene unas funcionalidades suficientes para ofrecer un uso completo. Quizás, como se comenta posteriormente en el apartado de Trabajo Futuro, las mejoras posibles deberían ir encaminadas en la obtención de datos para hacer los diversos estudios que proporciona la aplicación.

En definitiva, se considera a EMSI como una herramienta altamente recomendable para complementar los estudios académicos y ayudar a los alumnos de Informática a comprender mejor las materias implicadas.

## 5.2.- Trabajo futuro

Este proyecto todavía puede continuarse en años posteriores para esta asignatura de Sistemas Informáticos. Aquí se mostraran las posibles mejoras o ampliaciones que han sido pensadas tras estudiar la aplicación intensivamente:

- Se ha comprobado investigando en muchas herramientas del mercado similares al EMSI, que incluyen funcionalidades para obtener datos sobre el rendimiento de la máquina en la que se está ejecutando; así que una posible ampliación sería añadir una nueva pestaña que obtuviese los datos directamente de la BIOS del ordenador.

En varias de las herramientas observadas, se ha visto que automáticamente muestra los componentes que posee el ordenador, y sus características. De esta forma se puede optimizar el estudio del sistema, así como obtener mejores controladores de los componentes o asegurarse que todos los dispositivos son adecuados para el conjunto del sistema.

- Dado la cada vez mayor utilización de sistemas operativos libres como Linux, sería de mucha utilidad que esta aplicación pudiese correr bajo dichos sistemas.
- En relación al anterior punto, si la aplicación se puede ejecutar en Linux, entonces se puede hacer que la pestaña de análisis SAR obtenga los datos directamente de una ejecución del mismo programa SAR en la computadora que lo ejecuta; así no se necesitaría rellenar los datos manualmente.
- Un sistema informático no se puede ver como un conjunto de componentes independientes entre ellos, por lo que sería acertado añadir dependencias entre componentes a la hora de estudiar el rendimiento del sistema completo.
- De esta manera quedaría casi completa la parte de la herramienta que se dedica al estudio de datos, por lo que como se ha mencionado, sería útil centrar las ampliaciones en la obtención de datos, tanto de hardware (como se ha explicado en puntos anteriores), como de software, permitiendo saber el software instalado en el ordenador, sus diferentes versiones y configuración, y su compatibilidad con los componentes hardware de los que se dispone.

# Bibliografía

- [1] <<http://www.tt-s.com/es/software/tt-knowledge-force.html>>.
- [2] SiSoftware Sandra (the System ANalyser, Diagnostic and Reporting Assistant), <<http://www.sisoftware.net/>>.
- [3] EVEREST Ultimate Edition - PC Diagnostics, <<http://www.lavalys.com/products/everest-pc-diagnostics>>.
- [4] Weibull++: Life Data Analysis Software Tool, <<http://www.reliasoft.com/Weibull/index.htm>>.
- [5] A powerful system information tool for Windows, <<http://www.hwinfo.com/>>.
- [6] El Asesor (Advisor) de Belarc, <<http://www.belarc.com.mx/>>.
- [7] SYSmark® 2004 SE. Premier performance metric that measures and compares PC performance based on real world applications, <<http://www.bapco.com/products/sysmark2004se/>>.
- [8] Standard Performance Evaluation Corporation, <<http://www.spec.org/>>.
- [9] Lilja, David J., Measuring computer performance, Cambridge University Press, 2000.
- [10] Lopez, Victoria, Evaluación y Rendimiento de los Sistemas Informáticos. EME-Editorial, 2007.
- [11] Raj Jain, The art of computer systems performance analysis, Ed. Willey, 1992.
- [12] Molero, Xavier; Juiz, Carlos; Rodeño, Miguel, Evaluación y modelado del Rendimiento de los Sistemas Informáticos. Pearson-Prentice-Hall, 2004.
- [13] Performance Tuning Simplified, <<http://www.sarcheck.com/>>.
- [14] Arnold, Ken; Gosling, James; Holmes, David, El lenguaje de programación JAVA. Pearson Educación, 2001.
- [15] Morillas, Antonio, Introducción al análisis de datos difusos. Edición electrónica, 2006.
- [16] Bellman, R.E.; Zadeh, L.A., Decision-making in a fuzzy environment. Management Science, 1970, vol. 17, pp. 141-164.

## BIBLIOGRAFÍA

- [17] Carrizosa, E.; Conde, E.; Fernández, F.R.; Puerto, J. Multi-criteria analysis with partial information about the weighting coefficients. *European Journal of Operational Research*, 1995 vol. 81, pp. 291-301.
- [18] Chen, S.M. A new method for tool steel materials selection under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 1997, vol. 92, pp. 265-274.
- [19] Deng, H. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *International Journal of Approximate Reasoning*, 1999, vol. 21, pp. 215-231.
- [20] Yagger, R.R. On the evaluation of uncertain courses of action. *Fuzzy optimization and Decision Making*, 2002, vol. 1, pp. 13-41.
- [21] Netbeans, <<http://www.netbeans.org>>.
- [22] Wikipedia. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>>.
- [23] Puigjaner Terpat, Ramón; Serrano, Juan J.; Rubio, Alicia, *Evaluación y Explotación De Sistemas Informáticos. Síntesis*, 1995.
- [24] Chen, S.J.; Hwang, C.L. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992.
- [25] Sánchez Allende, Jesús. *Java 2: Iniciación y Referencia*. McGraw-Hill Interamericana de España, 2006.
- [26] Bouhana, James Paul, *Operational aspects of centralized queueing networks*, 1978.
- [27] Buzen, J.P. Operational analysis: the key to the new generation of performance prediction tools, in *Proc. IEEE COMPCON*, 1976, IEEE, New York.
- [28] Buzen, J. P., Fundamental operational laws of computer system performance, *Acta Inf.* 7, vol. 2, 1976, pp. 167-182.
- [29] Chandy, K. M.; Herzog, U.; Woo, L., Approximate analymys of general queueing networks, *IBM J Res Dev.* 19, vol. 1, 1975, pp. 43-49
- [30] Kleinrock, L. *Queueing systems I*, John Wdey, New York, 1975.
- [31] Kleinrock, L. *Queueing systems II*, John Wiley, New York, 1976.
- [32] SisoftSandra<<http://www.sisoftware.co.uk/>>
- [34] Randolf Butzbach, *Spec Short Manual*
- [35] *SYSmark2004 SE An Overview of SYSmark 2004 SE*
- [36] John L.Gustafson, Rajat Todi *Conventional Benchmarks as a Sample of the Performance Spectrum*.



- [37] Garantías de sistemas, <<http://informatica.uv.es/~rmtnez/ftf/teo/Tema01.pdf>>
- [38] José M. Casas Sánchez con la colaboración de Julián Santos Peñas y Ana Isabel Zamora Sanz, Inferencia estadística.

## ANEXO 1

# ANEXO 1

## *PRÁCTICA 1*

### **Objetivo.**

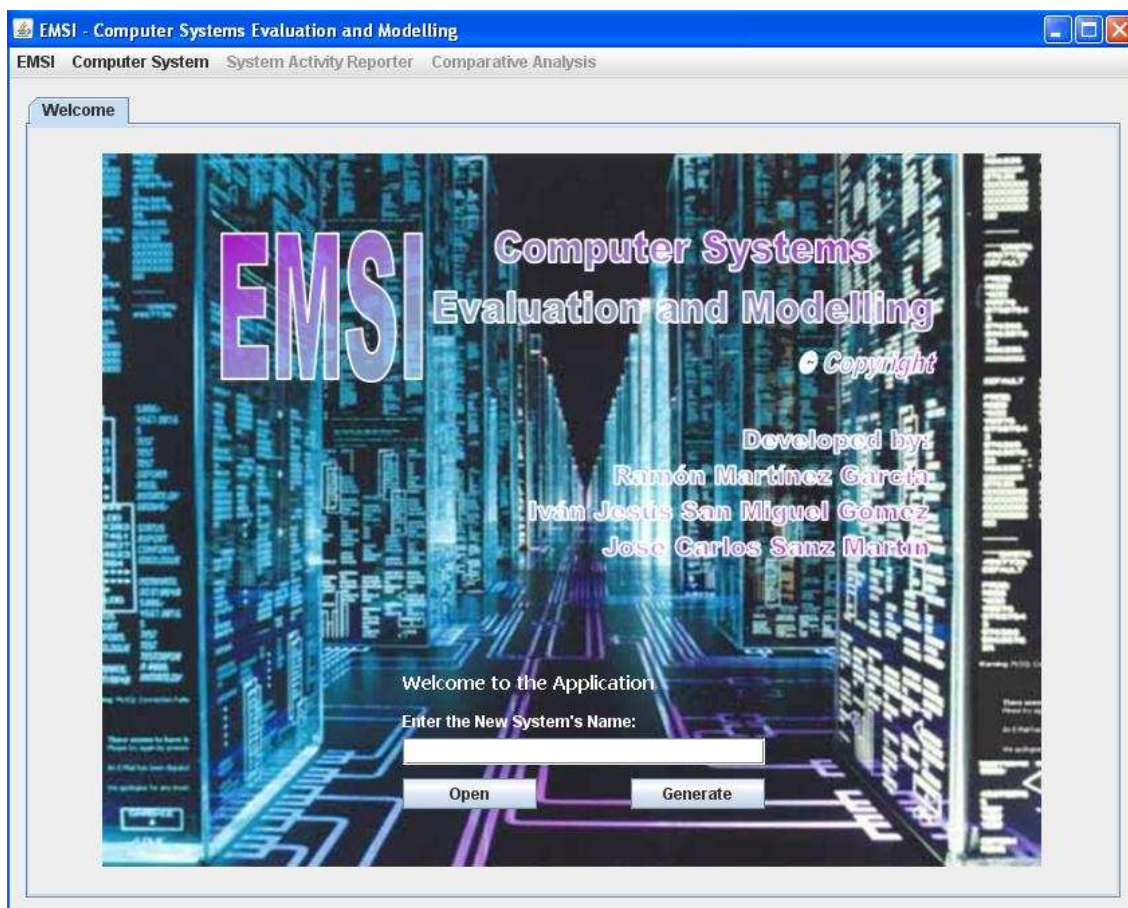
Introducción a la herramienta **EMSI** de evaluación y modelado de sistemas informáticos. Creación y personalización de dos sistemas informáticos, manipulación de las características de sus componentes. Evaluación del rendimiento de los sistemas mediante la **Ley de Amdahl** tanto para el sistema global como para cada uno de sus componentes.

Monitorización de sistemas utilizando el monitor **SAR** generando gráficas que permitan comparar fácilmente la evolución temporal de cada métrica.

### **Creación de un Sistema.**

Arrancar la aplicación EMSI, introducir un nombre para el sistema y pulsar sobre el botón **“Generate”**.

## ANEXO 1



Agregar los componentes que deseemos que formen nuestro sistema. Para ello hay que ir introduciendo cada componente pinchando sobre él y rellenando los datos requeridos en cada caso. Cada componente añadido irá apareciendo en la parte derecha de la pantalla.

**Cuestión:** Añadir los siguientes componentes:

- Vamos a añadir **un procesador** Pentium IV, pinchar sobre el icono del procesador, en la esquina superior izquierda, y rellenarlo con los siguientes datos, repetir el proceso con el resto de los componentes

Name	Frequency	Cores	Cache Memory	Cache Levels	Price	Use percentage(%)
Pentium IV	1900	1	256	1	100	35

- 2 discos duros con las siguientes características:

Name	Capacity	Rotational Speed	Average Access Time	Average Seek Time	Average Latency	Price	Use percentage(%)
<b>Master Hard disk</b>	40000	5400	75	30	10	60	25
<b>Secondary hard disk</b>	300000	7200	100	50	10	200	10

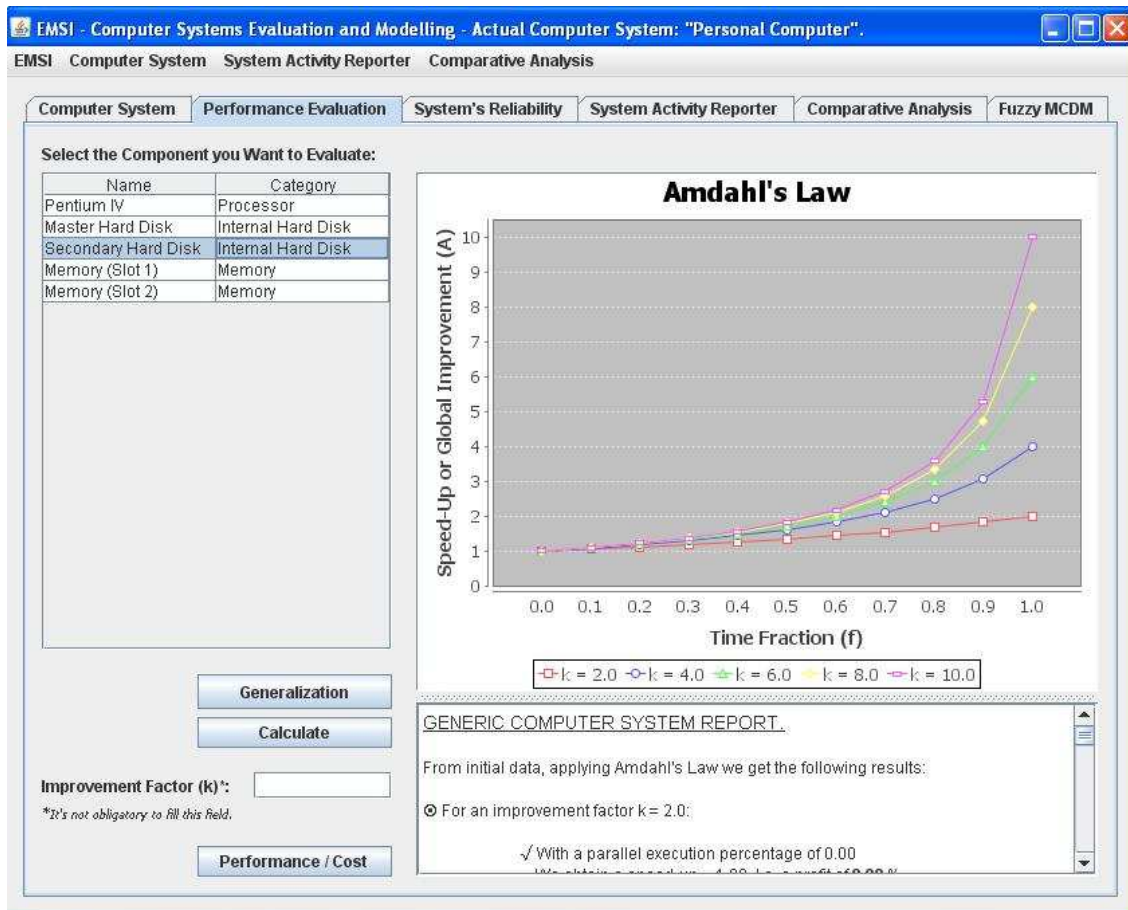
- 2 memorias RAM:

Name	Capacity	Access Time	Price	Use percentage(%)
Memory 1	256	10	60	20
Memory 2	512	12	120	10

## Análisis del rendimiento del sistema

Una vez tengamos nuestro sistema configurado, para proceder a su análisis mediante la Ley de Amdahl debemos pinchar sobre la pestaña **Performance Evaluation** que muestra la siguiente pantalla:

## ANEXO 1



El programa nos ofrece la opción de aplicar la Ley de Amdahl por componentes, con esta funcionalidad se podrá comprobar los resultados de aplicar esta ley a cada componente por separado para ver cuál de ellos podría ser sustituido en el sistema obteniendo los mayores beneficios de rendimiento.

Lo probamos con el procesador de nuestro sistema, para ello seleccionamos el componente, y se pulsa el botón **“Calculate”** obteniendo la gráfica y el informe correspondiente.

- **Cuestión:** copiar la gráfica obtenida e indicar cuál sería la mayor mejora del rendimiento que se podría obtener.

Ahora vamos a calcular la mejora global del sistema sustituyendo uno o varios componentes. Para ello pulsamos el botón **“generalization”** debemos completar la columna de factor de mejora y pulsar **“Ok”**. Obtendremos un informe que nos indicará la mejora del rendimiento del sistema.

- **Cuestión:** vamos a comparar 3 modificaciones en nuestro sistema. Calcular el **factor de mejora (k)** e introducirlo en la tabla. Indicar que modificación da mejor resultado

- a) **Sustituimos el procesador por otro a 2.5GHZ .**
- b) **Duplicamos la capacidad de la memoria 1 y aumentamos la velocidad del disco duro principal a 6000 rpm.**
- c) **Sustituimos el procesador por otro a 2GHZ y la velocidad del disco duro primario a 8000rpm**

- Guardar los cambios en nuestro sistema.

- Vamos a cargar un sistema nuevo, para ello pinchamos en la barra superior la opción **“Computer System”**, seleccionamos la opción **“open”** y abrimos el archivo **“sistema2.xml”**. Volvemos a la pestaña **“Performance evaluation”**.

Una forma rápida de conocer cuánto mejorará un sistema añadiendo o sustituyendo un componente, teniendo siempre en cuenta sus costes de integración, es obtener un informe descriptivo.

Para ello seleccione el componente que desee de la lista y pulse el botón **“performance/Cost”** para acceder a una ventana en la que completar los atributos del nuevo componente con el que se va a realizar la comparación.

**Cuestión:** Probar estos tres cambios de componentes e indicar en cada caso cual de los dos es mejor y en cuanto se modificaría el coste del sistema si se realizase la sustitución.

- a) **Sustituimos por un procesador con un rendimiento de 75 y un precio de 200€**
- b) **Cambiamos el disco duro por otro con un rendimiento de 20 y un precio de 50€**
- c) **Sustituimos la tarjeta gráfica por otra con un coste de 90 € y un rendimiento de 90.**

## Información de la Actividad de un sistema

En la pestaña **“System Activity Reporter”**, la aplicación nos permite introducir los datos obtenidos en monitorización de un sistema informático real y generar, a partir de ellos, gráficas descriptivas más fáciles de interpretar.

Vamos a probarlo cargando unos datos y viendo cómo funciona. Pinchamos **“open”** y abrimos el archivo **“ejemplo\_sar.xml”**. Observamos que automáticamente se rellenan los parámetros de la función **sar**:

## ANEXO 1

- **-u** significa que nos mostrará detalles de la uso del procesador.
- el siguiente parámetro indica la diferencia de tiempo entre cada medida.
- el último parámetro representa el número de muestras de las que se dispone.

En este caso todos los valores para las medidas vienen dados por defecto, pero podríamos tener que rellenarlos nosotros mismos.

Pinchamos **“Execute”** y veremos las gráficas resultantes que nos mostraran el uso del procesador durante un periodo de tiempo.

**Cuestión:** copiar la gráfica obtenida.

**Cuestión:** Con los datos de la siguiente tabla referentes a la actividad de los discos, **completar los parámetros del sar** (opción, tiempo entre medidas y número de muestras), rellenar la tabla adjunta y ejecutarlo para interpretar las gráficas.

Time	%busy	Avque	R+w/s	Blks/s	Avwait	avserv
00:00:00	99.42	4.18	39.39	166.28	80.26	25.24
00:00:05	100	4.18	38.73	163.64	82.35	25.87
00:00:10	100	3.98	38.07	171.95	78.32	26.32

## ***PRACTICA 2 HERRAMIENTA EMSI (2ª Parte)***

### **EJERCICIO DE FIABILIDAD DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

#### **Objetivo:**

Es interesante conocer el tiempo de vida aproximado que los componentes de nuestro sistema informático van a tener, así como el porcentaje de fallos de funcionamiento que aparecerá con el paso de los meses. En esta práctica vamos a medir la fiabilidad de un sistema usando la herramienta EMSI.

#### **Calcular la fiabilidad de un componente:**



Con esta funcionalidad podremos seleccionar la función que más se adapta a las características del componente y comprobar qué fiabilidad le proporciona con el paso del tiempo.

- En primer lugar cargamos el componente “ordenador personal 1” (desde la opción open de la pantalla de inicio).
- Pinchamos en la pestaña “System’s Reability”.
- Seleccionamos cada uno de los componentes (uno cada vez), les aplicamos su correspondiente función de fiabilidad “Reability Function” (tab.1) y pulsamos “Evaluate”.
- Obtendremos una gráfica que muestra la evolución temporal del componente según la distribución elegida y un informe que resume el significado de la misma.
- Con estos datos rellenaremos la columna “esperanza de vida” de cada componente de la tabla

Nombre componente	Categoría	Función de fiabilidad	Parámetros	Esperanza de vida
Pentium IV	Processor	Weibull	$\beta = 0.5$ $\gamma = 0$ $\eta = 2$	
Master Hard Disk	Internal Hard Disk	Exponencial	$\lambda = 0.3$	
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk	Log-Normal	$\mu = 0.8$ $\sigma = 1$	
Memory(slot1)	Memory	Gamma	$\alpha = 0.4$ $\lambda = 1$	
Memory(slot2)	Memory	Gamma	$\alpha = 0.1$ $\lambda = 1$	

- Ahora rellenaremos la siguiente tabla utilizando los datos de los componentes anteriores.
- Seleccionamos el componente, elegimos la función de fiabilidad correspondiente (tab1) y indicamos los meses de uso del componente en el cuadro de texto de “Component Use Time”, seguidamente pulsamos “Evaluate”.
- Por defecto los cálculos que realiza el programa suponen que el componente se está usando el 100% del tiempo. Ahora vamos a suponer que esto no es realmente así para rellenar la siguiente tabla.
- Para ello debemos usar el cuadro de texto de “Use Percentage (%)” además de aplicar los conceptos del apartado anterior para hallar los datos solicitados.

## ANEXO 1

- Si en la gráfica resultante no aparece el mes concreto sobre el que queremos obtener información se puede utilizar la opción **“Component Use Time (Months)”**, la cual hará que cambie el rango de visualización de la gráfica permitiendo observar la fiabilidad del componente en el mes deseado.

Nombre componente	Mes	Porcentaje de uso	Porcentaje de fiabilidad	Esperanza de vida
Pentium IV	30	30%		
Master Hard Disk	18	47,3%		
Secondary Hard Disk	45	15%		
Memory(slot1)	40	15%		
Memory(slot2)	75	7%		

### EJERCICIO DE ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

#### Objetivo:

Muchas veces, antes de sustituir un computador que ya poseemos, resulta útil poder comparar el rendimiento de las distintas alternativas de las que disponemos antes de tomar una decisión para evaluar cuál de todas ellas nos conviene más y con cuál obtendremos unos mejores resultados. Esta pestaña del EMSI nos simplificará el trabajo.

#### Análisis comparativo de sistemas (Comparative Analysis)

En este caso, como completar la tabla manualmente puede ser un trabajo tedioso para el tiempo del que disponemos, vamos a cargar un ejemplo ya definido y estudiaremos el resultado que muestra la aplicación.

- Cargaremos el archivo “Comparación Máquinas 1.xml” desde la opción open de la pestaña “Comparative Analysis”.
- Cuando presionemos ejecutar se nos mostrarán dos gráficas con los resultados del análisis y un reporte escrito sobre el mismo.
- Observando dichos datos deberemos indicar que sistema es mejor y ordenar los 4 sistemas según su rendimiento

# ANEXO 2

## *Cuestionario*

### **Pregunta 1**

Por favor, indica qué problemas has tenido durante la realización de las prácticas.

### **Pregunta 2**

¿Bajo qué sistema operativo has ejecutado la aplicación EMSI?

- Windows
- Unix
- Otro

### **Pregunta 3**

Indica si EMSI te parece una aplicación de uso intuitivo, fácil de manejar.

- Muy complicada
- Algunas cosas no se comprenden bien
- Es fácil de usar
- Es muy intuitiva si se conocen bien los conceptos teóricos de la asignatura

### **Pregunta 4**

¿Crees que esta práctica ha sido útil para complementar los conocimientos de la asignatura ERC?

- Nada útil

## ANEXO 2

- Algo útil
- Bastante útil
- He comprendido algunos conceptos que antes no entendía bien

### **Pregunta 5**

Las prácticas aplica los conocimientos teóricos adquiridos en el aula.

- Bastante mal
- Regular
- Bien
- Muy bien

### **Pregunta 6**

Indica qué componentes, índices o mejoras propones para mejorar la aplicación EMSI.

### **Pregunta 7**

Respecto a las gráficas y los informes obtenidos.

- Son muy extraños y no los entiendo
- Me parecen correctos y con información suficiente
- Son fáciles de interpretar, muy intuitivos
- Creo que a veces tienen fallos

### **Pregunta 8**

Utilidad de EMSI en laboratorio.

- Me parece muy útil la aplicación EMSI para la realización de prácticas de laboratorio

## *ANÁLISIS DE RENDIMIENTO Y FIABILIDAD DE SISTEMAS INFORMÁTICOS*

- No me parece muy útil, el laboratorio debería dedicarse para otras cosas
- Algunas cosas son útiles y otras no lo son

### **Pregunta 9**

Utilidad de EMSI en organizaciones o empresas para evaluar el rendimiento de sistemas informáticos.

- Creo que esta aplicación no sería nada útil
- Podría ser algo útil
- Creo que sería muy útil, pero necesita alguna mejora
- Creo que sería muy útil tal y como está

### **Pregunta 10**

Tiempo de realización de las prácticas.

- Son muy cortas
- Tienen una duración adecuada para una sesión de laboratorio
- Son muy largas y no da tiempo a realizarlas en una sesión de laboratorio

### **Pregunta 11**

Enunciado de las prácticas.

- No se entiende bien
- Algunas cosas no están bien explicadas
- Tienen un enunciado sencillo y bien estructurado



## ANEXO 3

### PRÁCTICA 3

#### Análisis operacional.

*EMSI* dispone de un módulo dedicado a la realización automática del cálculo de los algoritmos de redes, tanto abiertas como cerradas, presentando como resultado una tabla con los valores de todos los índices que intervienen en dichos algoritmos así como un informe descriptivo sobre ellos señalando cuál sería el cuello de botella del sistema. Esta práctica pretende ayudar a familiarizarse con los índices que intervienen en el análisis operacional así como en la detección de cuellos de botella. Para ello se pide:

- Ejecutar la herramienta *EMSI* y pinchar sobre la pestaña Network Analysis (ver Figura 1).

The screenshot shows the EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling software interface. The title bar reads "EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: 'Sistema Informatico'". The menu bar includes "EMSI", "Computer System", "System Activity Reporter", "Comparative Analysis", and "Analysis Warranty". The main window has several tabs: "Comparative Analysis", "Component Substitution (Fuzzy)", "Analysis Warranty", and "Network Analysis" (which is selected). Under "Network Analysis", there are sub-tabs: "Computer System", "Performance Evaluation", "System's Reliability", and "System Activity Reporter". The "Performance Evaluation" sub-tab is active, displaying a table titled "Complete the Parameters and the Table".

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor		
Hard Disk	Internal Hard Disk		
Memory (Slot1)	Memory		
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk		
ATI AGP	Graphics Card		

Below the table, there is a "Choose a network" section with a dropdown menu. Underneath is a "Function Parameters" section with a table for "Parameter" and "Value". At the bottom left is an "Evaluate" button. The right side of the window is a large empty area for results or reports.

Figura 1: Network Analysis.

### ANEXO 3

- Crear una red de colas abierta con 2 componentes, un procesador y un disco duro, con una tasa de llegadas de 2 trabajos por segundo. Los tiempos de servicio y razón de visitas se muestran en la tabla siguiente:

Dispositivo	Razón de visita	Tiempo de servicio (s)
Procesador	6	0.01
Disco duro	7	0.02

Elementos del sistema I.

**Cuestion 1.** Ejecutar la aplicación con esos datos para ver cuál estaría actuando como cuello de botella del sistema y decidir por qué.

- Crear una red de colas cerrada, supongamos el mismo sistema que en el ejemplo anterior con un tiempo de reflexión  $Z = 5$  segundos, 3 tareas y los datos asociados a cada dispositivo de la tabla siguiente:

Dispositivo	Razón de visita	Tiempo de servicio (s)
Procesador	15	0.03
Disco duro	14	0.5

Elementos del sistema II.

**Cuestión 2.** Repetir los pasos de la cuestión anterior indicando cuál sería el cuello de botella para cada tarea del sistema.

### Análisis de garantías.

Este módulo permitirá analizar la fiabilidad de la garantía de un sistema informático o de componentes sueltos. El estudio se realizará en base a unos datos de componentes puestas en marcha y componentes devueltas en un determinado tiempo, introducidas por el usuario. Para ello se pide:

- Crear un sistema compuesto por un procesador y un disco duro como en el ejemplo de análisis operacional anterior y pinchar sobre la pestaña Analysis Warranty (ver Figura 2).



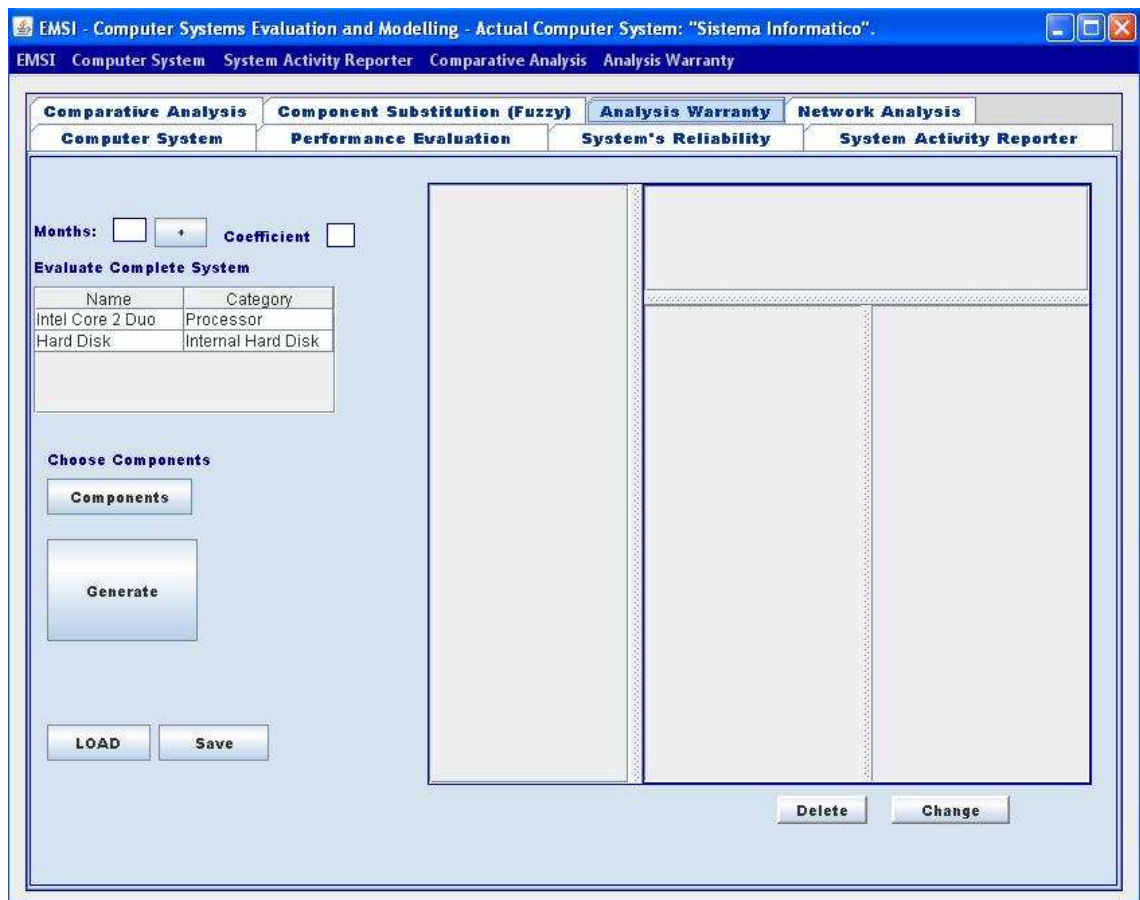


Figura 2: Analysis Warranty.

- Seleccionar un período de 3 meses y un coeficiente de optimismo de 0,8.
- Rellenar los datos de los componentes haciendo click sobre ellos de acuerdo a las siguientes tablas:

Mes	Cantidad en servicio	Cantidad devuelta
1	100	20
2	100	20
3	100	20

Tabla Procesador.

Mes	Cantidad en servicio	Cantidad devuelta
1	100	50
2	100	5
3	100	5

## ANEXO 3

### Tabla Disco duro.

- Ejecutar el análisis de garantías y visualizar los datos del reporte.
- Cambiar el coeficiente a 0,2 y volver a ejecutar viendo los cambios producidos en el reporte.
- Discutir sobre las posibles razones para estos cambios.

# ANEXO 4



**Manual de usuario**

**1. julio 2010**



## Índice

<b>1</b>	<b>BIENVENIDA A LA APLICACIÓN</b>	<b>137</b>
1.1	CREAR UN NUEVO SISTEMA INFORMÁTICO	137
1.2	ABRIR LOS DATOS DE UN SISTEMA INFORMÁTICO	140
1.3	CONSULTAR EL MANUAL DE USUARIO	145
1.4	ACERCA DE LA APLICACIÓN EMSI 2.0	146
<b>2</b>	<b>SISTEMA INFORMÁTICO (COMPUTER SYSTEM)</b>	<b>149</b>
2.1	AÑADIR UN NUEVO COMPONENTE	149
2.2	MODIFICAR DATOS DE UN COMPONENTE	154
2.3	ELIMINAR COMPONENTES DEL SISTEMA	160
2.4	GUARDAR LOS DATOS DE UN SISTEMA INFORMÁTICO	163
2.5	ABRIR DATOS DE UN SISTEMA INFORMÁTICO	165
<b>3</b>	<b>EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO (PERFORMANCE EVALUATION)</b>	<b>168</b>
3.1	CALCULAR LA GENERALIZACIÓN DE LA LEY DE AMDAHL	168
3.2	APLICAR LA LEY DE AMDAHL POR COMPONENTES	170
3.3	INFORMAR DEL RENDIMIENTO Y COSTE POR COMPONENTES	174
3.4	MANIPULAR GRÁFICOS	179
<b>4</b>	<b>FIABILIDAD DEL SISTEMA (SYSTEM RELIABILITY)</b>	<b>185</b>
4.1	CALCULAR LA FIABILIDAD DE UN COMPONENTE	185
4.2	OTRAS OPCIONES	191
<b>5</b>	<b>INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL SISTEMA (SYSTEM ACTIVITY REPORTER)</b>	<b>194</b>
5.1	GENERAR TABLA DE DATOS DE MONITORIZACIÓN	194
5.2	CARGAR Y EJECUTAR UNA MONITORIZACIÓN	195
5.3	OBTENER INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MONITORIZACIÓN	198
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS (COMPARATIVE ANALYSIS)</b>	<b>200</b>
6.1	GENERAR LA TABLA DE DATOS DE UNA COMPARACIÓN	200
6.2	CARGAR Y EJECUTAR UNA COMPARACIÓN	201
6.3	EJECUTAR COMPARACIÓN BAJO INCERTIDUMBRE	203
<b>7</b>	<b>SUSTITUCIÓN DE COMPONENTES USANDO LÓGICA DIFUSA (COMPONENT SUBSTITUTION FUZZY)</b>	<b>205</b>
7.1	PASO 1	205
7.2	PASO 2	208
7.3	PASO 3 Y 4	212
<b>8</b>	<b>ANÁLISIS DE GARANTÍAS (WARRANTY ANALYSIS)</b>	<b>216</b>
8.1	ANÁLISIS DE LAS GARANTÍAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	216
8.2	COMPARACIÓN DE COMPONENTES	222
<b>9</b>	<b>ANÁLISIS DE REDES (NETWORK ANALYSIS)</b>	<b>228</b>

9.1	ANÁLISIS DE REDES ABIERTAS	228
9.2	ANÁLISIS DE REDES CERRADAS	230

# 1 Bienvenida a la aplicación

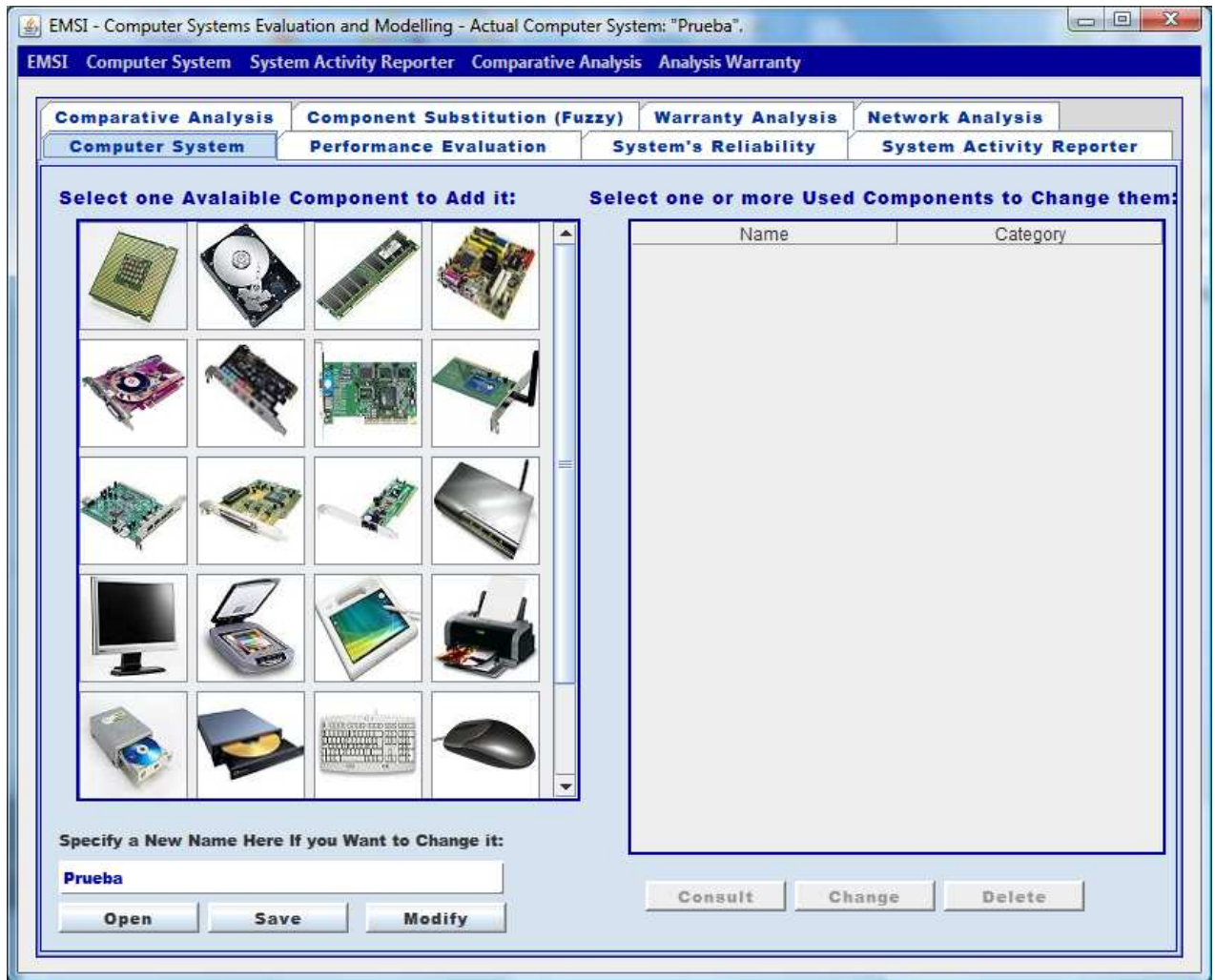
La primera pantalla que se encontrará al ejecutar EMSI 2.0 será la pantalla de bienvenida, desde la que se puede crear un nuevo sistema informático o cargar los datos de uno que ya exista de una ejecución anterior.

## 1.1 Crear un nuevo sistema informático

Al no existir ningún sistema cargado por defecto, las funcionalidades del menú de EMSI se verán reducidas hasta la creación de uno nuevo.

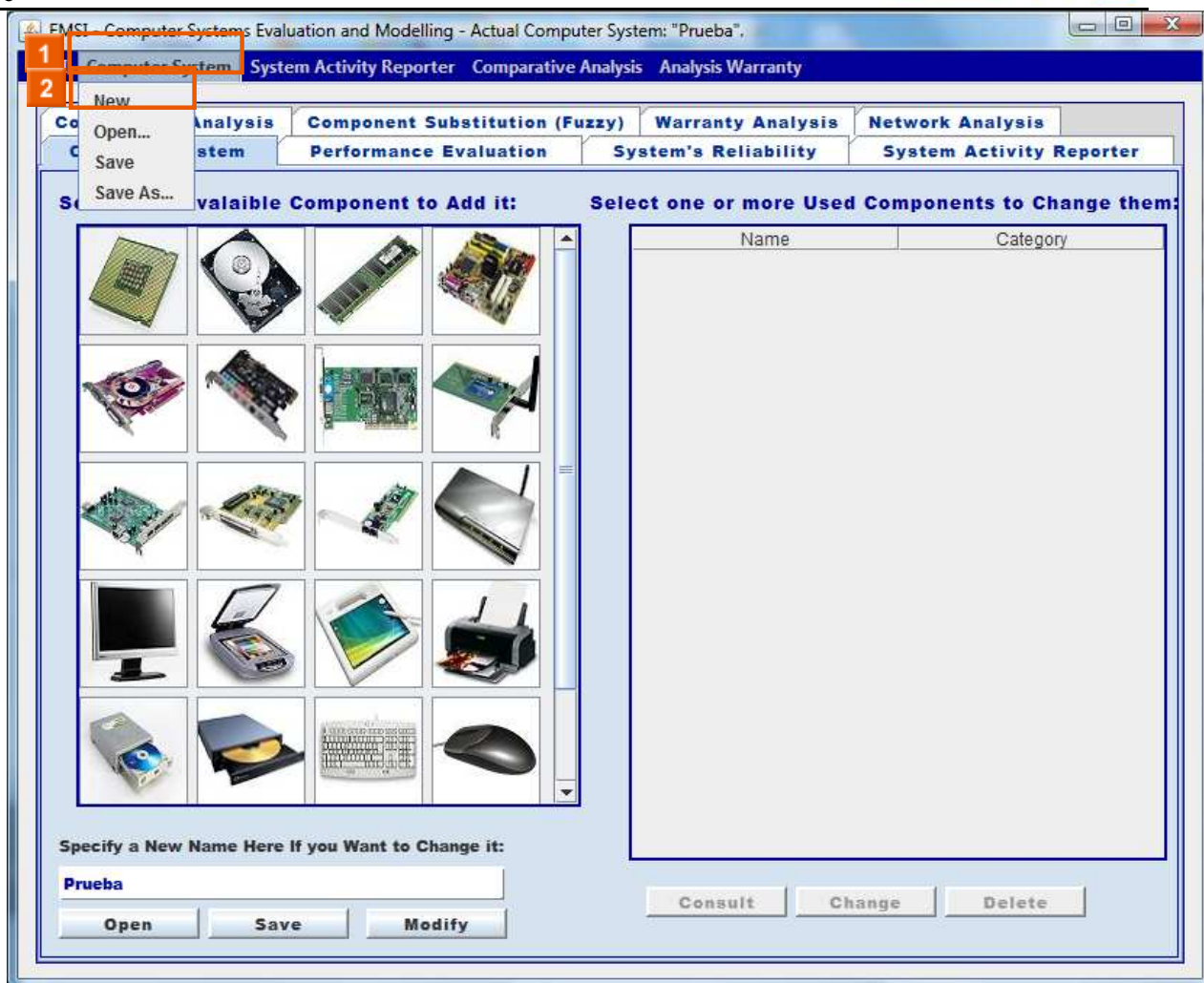


- » **1** Introduzca **el nombre del sistema** en el campo.
- » **2** Haga clic en **el icono Generate**.



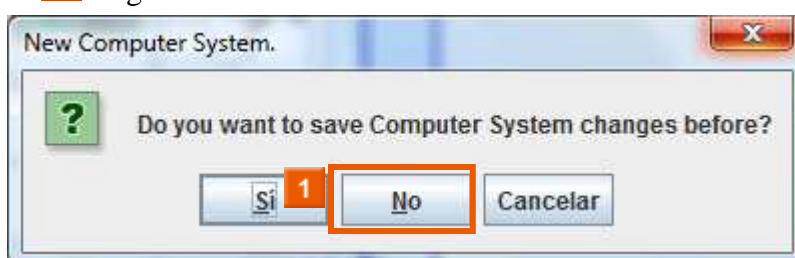
También se puede volver a la pantalla principal para crear un nuevo sistema desde cualquier pestaña.





» **1** Haga clic en el elemento de menú Computer System.

» **2** Haga clic en el elemento de menú New.



» **1** Haga clic en el icono **No**.

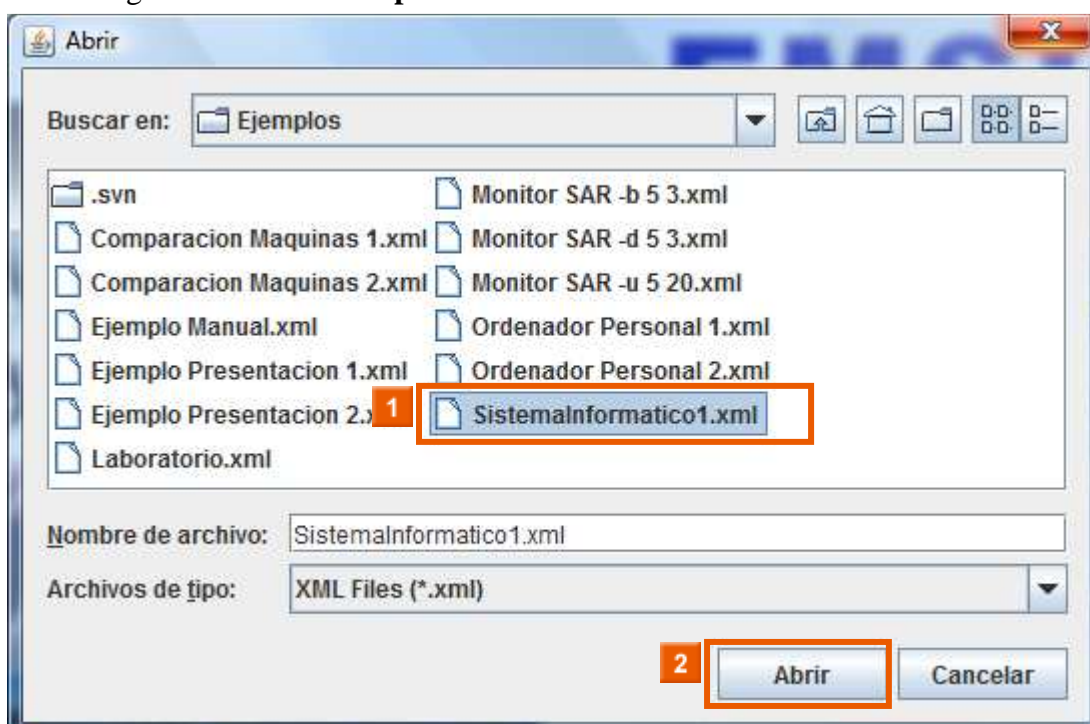


## 1.2 Abrir los datos de un sistema informático

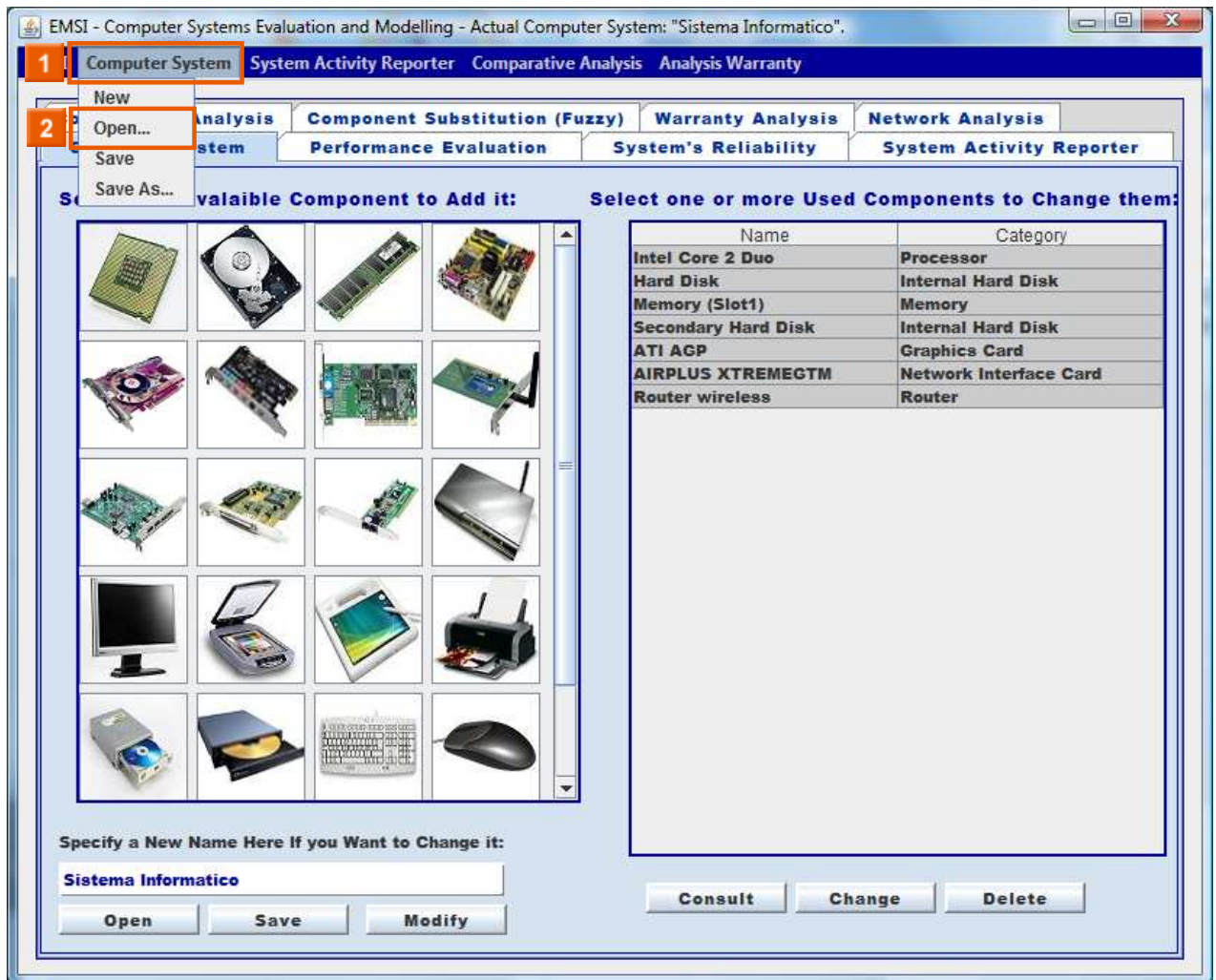
Para facilitar el tedioso trabajo de completar los datos de un sistema, EMSI proporciona la funcionalidad de abrir un archivo ".xml" para cargar toda la información de un sistema informático salvada en una ejecución previa.



» 1 Haga clic en el icono Open.



- » **1** Haga clic en el archivo que quiera abrir.
- » **2** Haga clic en el icono Abrir.

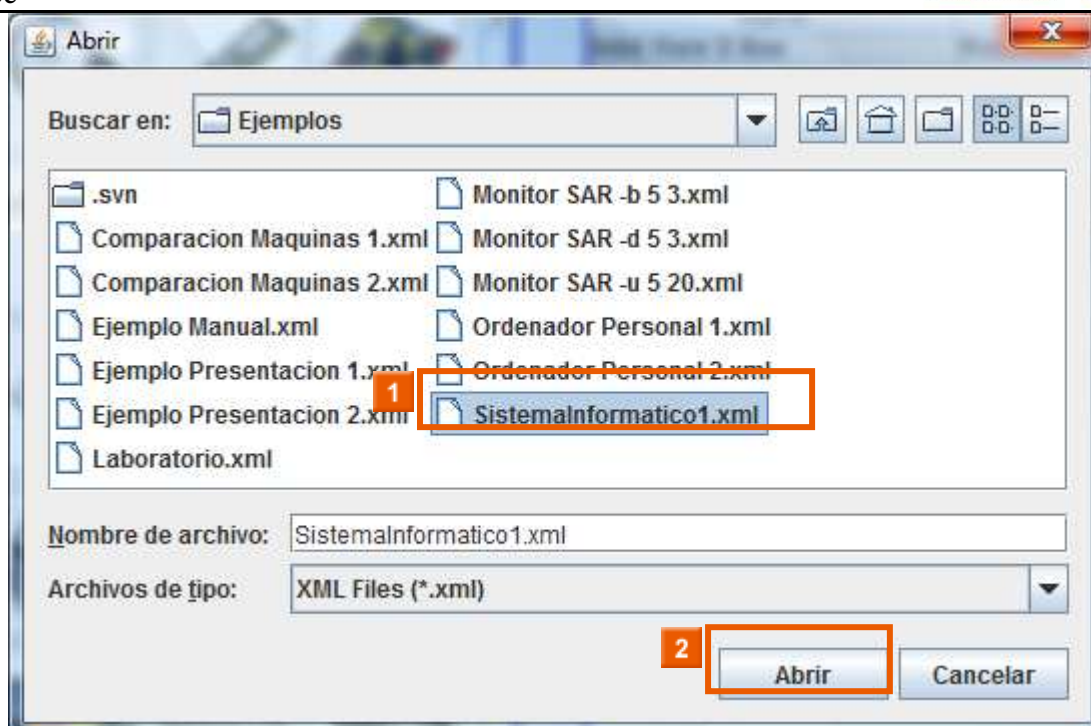


- » **1** Haga clic en el elemento de menú Computer System.

Como en el caso de crear un nuevo sistema, también se puede cargar un sistema en cualquier momento, desde cualquier pestaña, mediante la barra de herramientas.

- » **2** Haga clic en el elemento de menú Open....





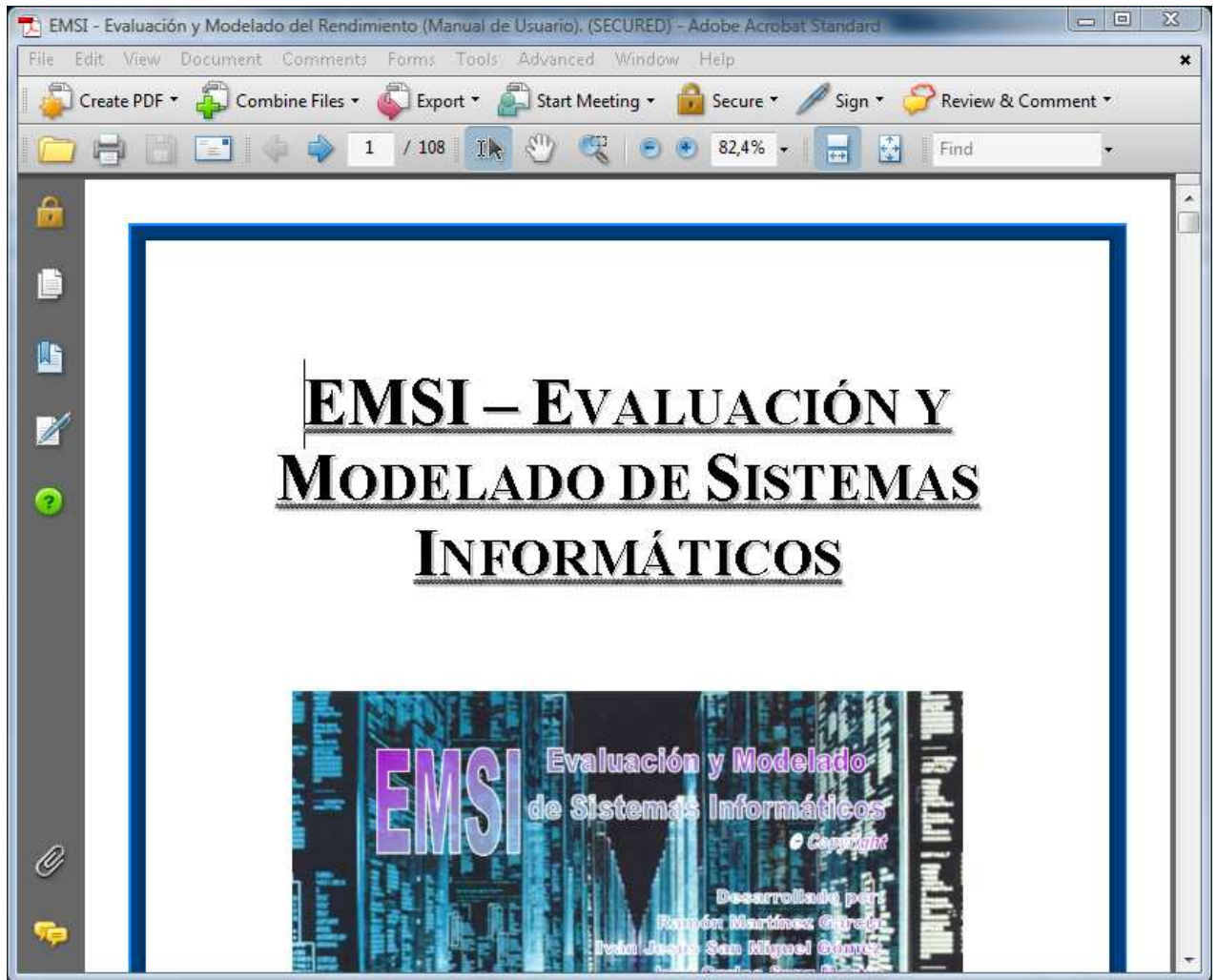
- » **1** Haga clic en el archivo que quiera abrir.
- » **2** Haga clic en el icono **Abrir**.



### 1.3 Consultar el manual de usuario



- » **1** Haga clic en el elemento de menú EMSI.
- » **2** Haga clic en el elemento de menú User's Guide....



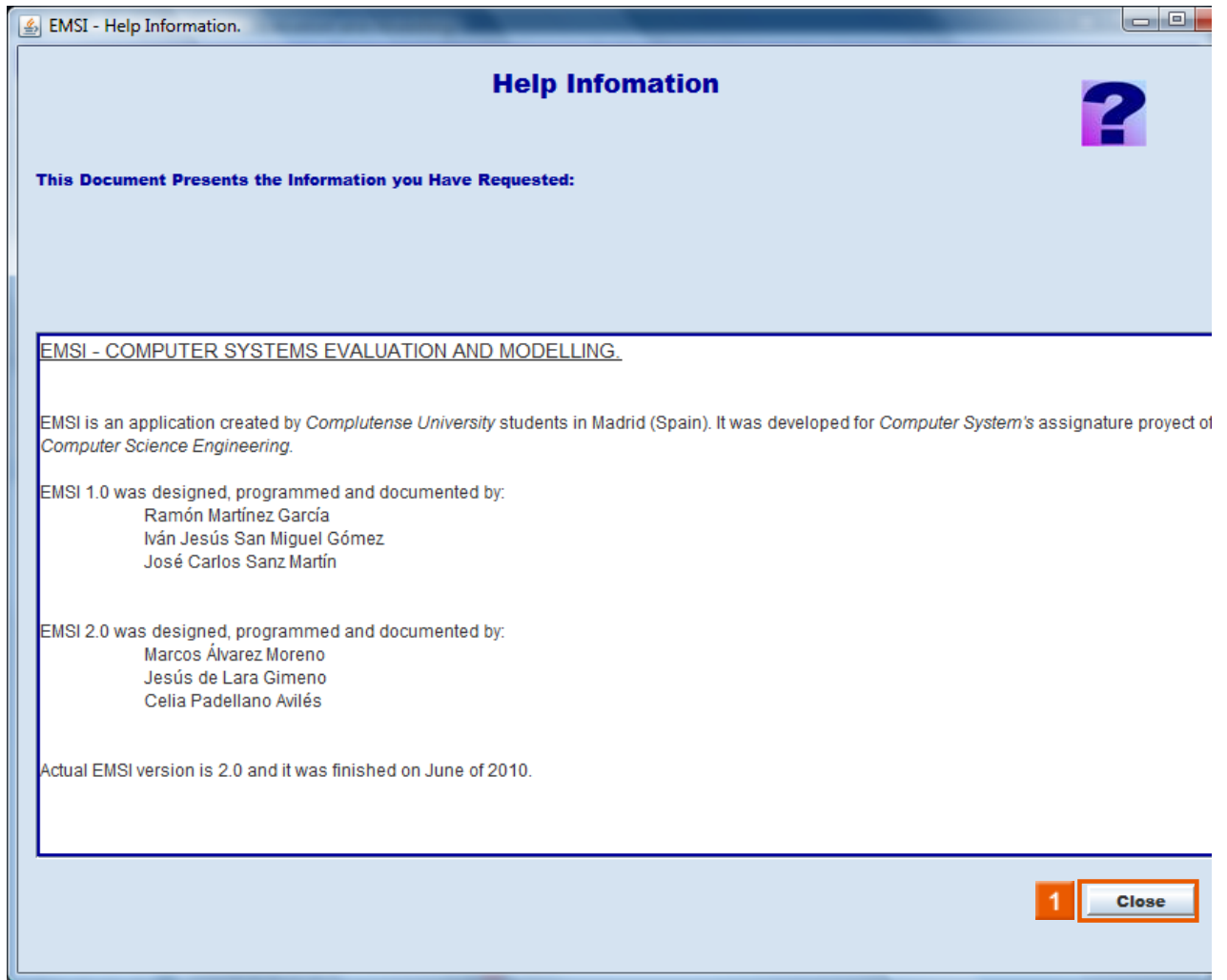
## 1.4 Acerca de la aplicación EMSI 2.0

El menú de programa incorpora una sencilla descripción de la aplicación, información de los creadores y de la versión que está siendo utilizada.





- » **1** Haga clic en el elemento de menú EMSI.
- » **2** Haga clic en el elemento de menú About EMSI....



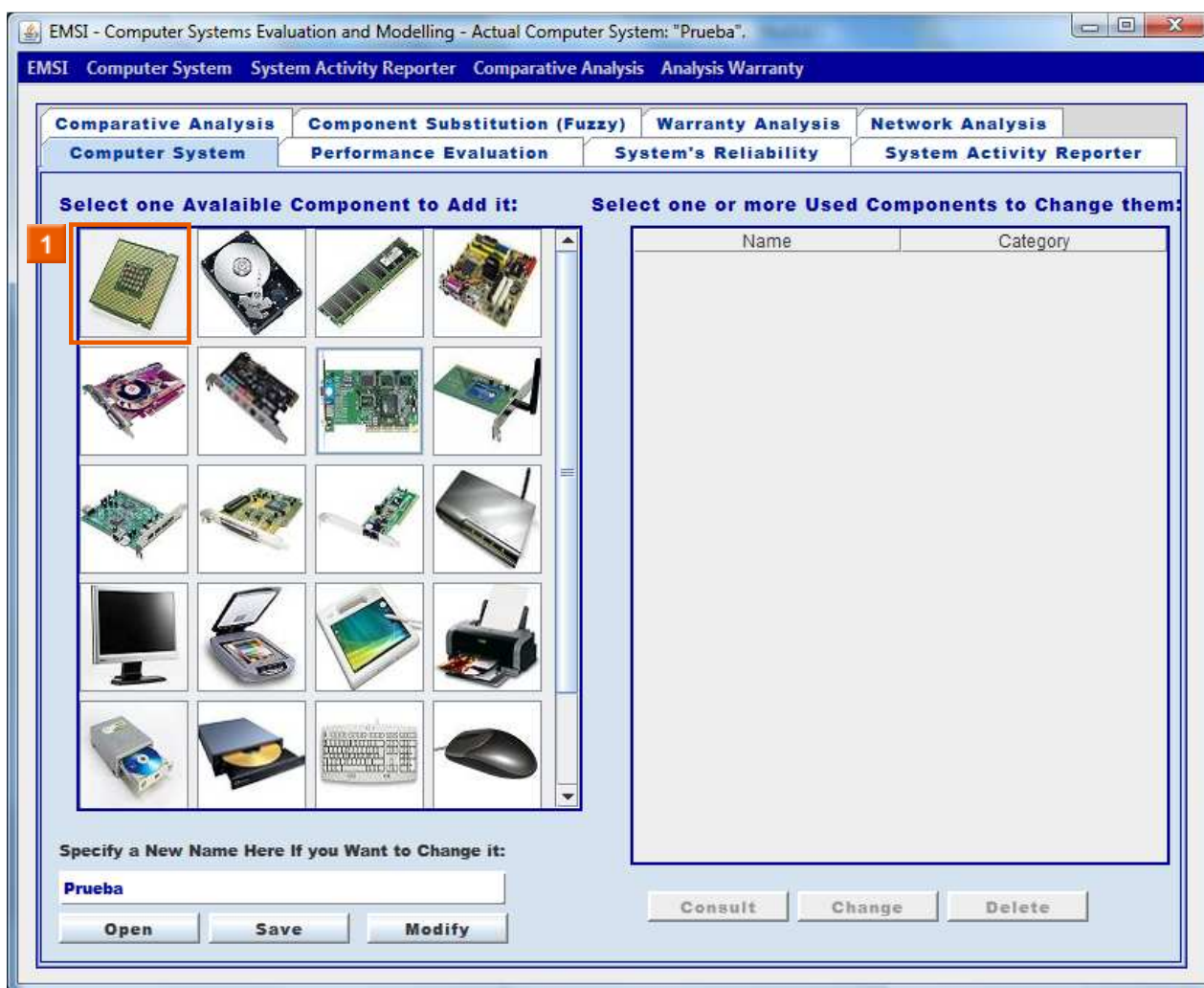
» **1** Haga clic en el icono Close.

## 2 Sistema informático (Computer System)

La primera pestaña que podrá utilizar de la aplicación permite personalizar el sistema informático actual y los datos asociados a los componentes que lo forman.

### 2.1 Añadir un nuevo componente

EMSI permite trabajar al mismo tiempo con una gran variedad de componentes diferentes, teniendo estos unos atributos comunes y otros que los diferencian.



- » **1** Haga clic en el componente que desea añadir.  
Rellene todos los datos necesarios del componente.

**Component Features.**

**Fill the Attributes that the new Component will have\*:**

Attribute	Value
<b>Frequency (MHz)</b>	<b>1900</b>
<b>Cores (N°)</b>	<b>2</b>
<b>Cache Memory (MB)</b>	<b>256</b>
<b>Cache Levels (N°)</b>	<b>1</b>

Component Category: **Processor**

Component Name: **Example processor**

Component Price (€): **100**

Component Use Percentage (%)\*:

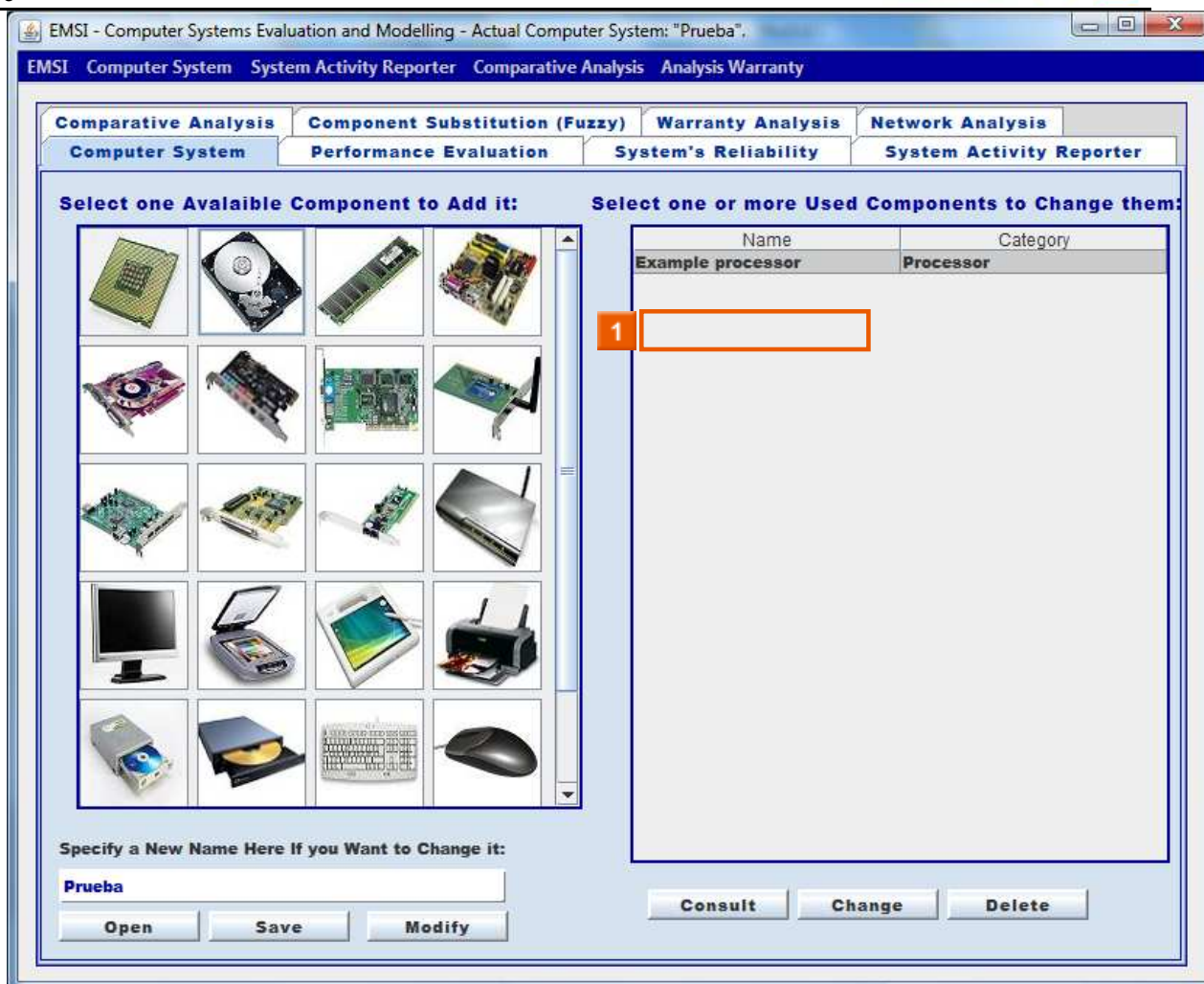
Component Performance\*:

*\*It's not obligatory to fill this field.*

**1** **OK** **Cancel**

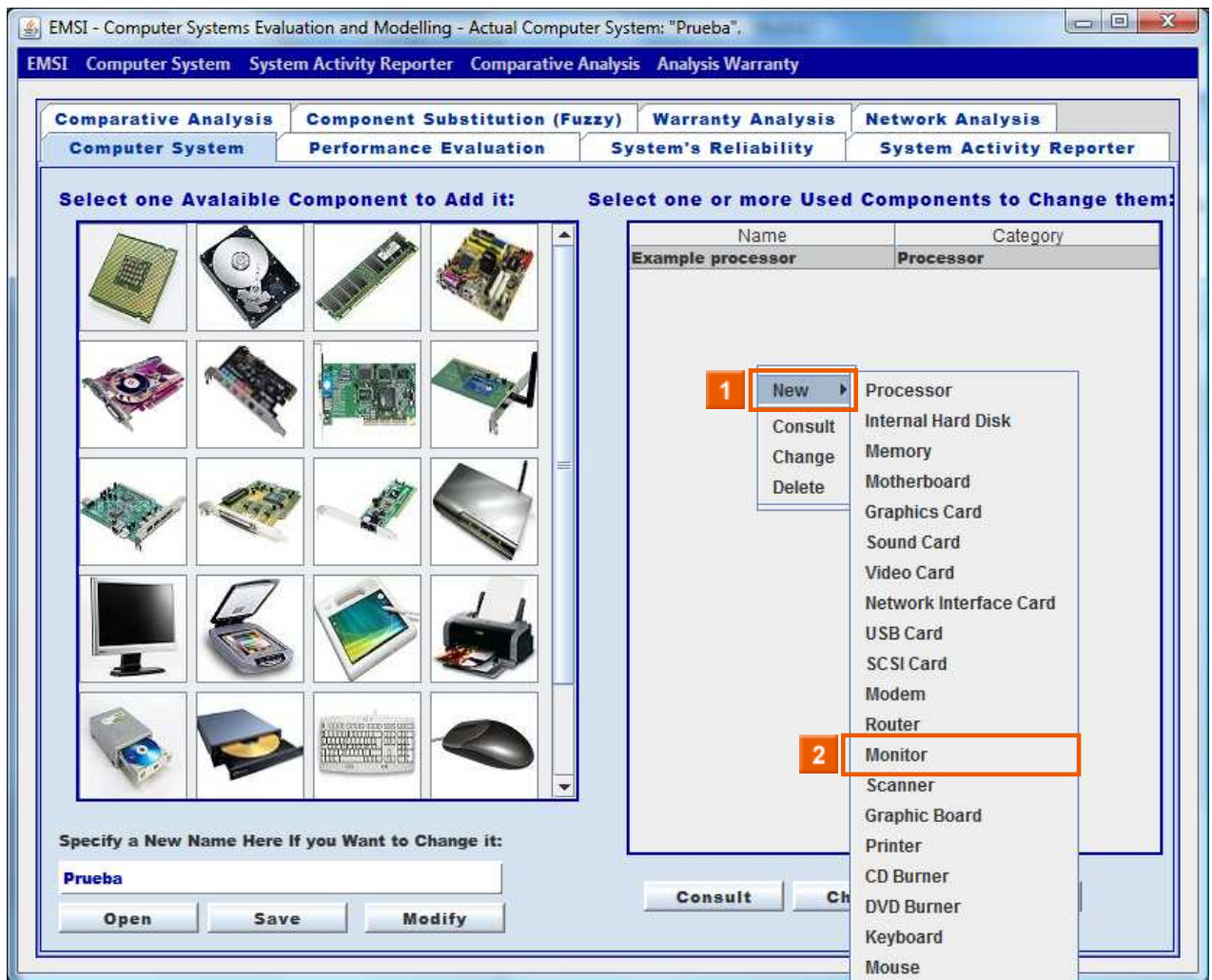
» **1** Haga clic en el icono **OK**.

El nuevo componente se añadirá al sistema y a parecerá en la lista de componentes de la derecha. Otra forma de añadir un componente al sistema es la siguiente



- » **1** Haga clic con el botón derecho del ratón en cualquier punto de la tabla de la derecha de la pantalla





- » **1** Toque el elemento de menú New con el ratón.
- » **2** Haga clic en el elemento deseado

**New Component Creation.**

**Component Features.**

Fill the Attributes that the new Component will have\*:

Attribute	Value
Screen Size (inches)	19"
Refresh Rate (Hz)	60
Resolution (pixels)	2048x1536

Component Category: **Monitor**

Component Name: **Example monitor**

Component Price (€): **150**

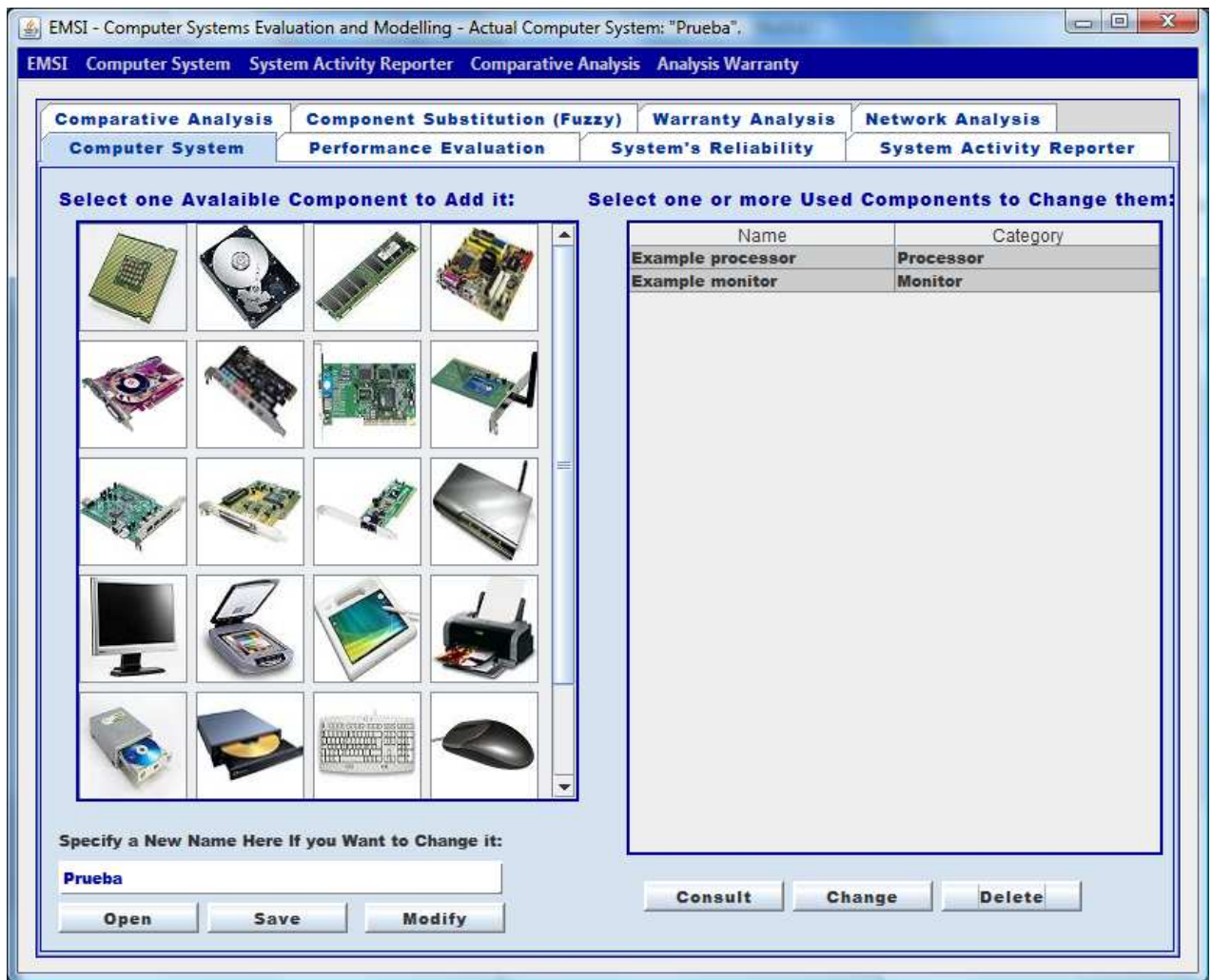
Component Use Percentage (%)\*:

Component Performance\*:

\*It's not obligatory to fill this field.

**1** **OK** **Cancel**

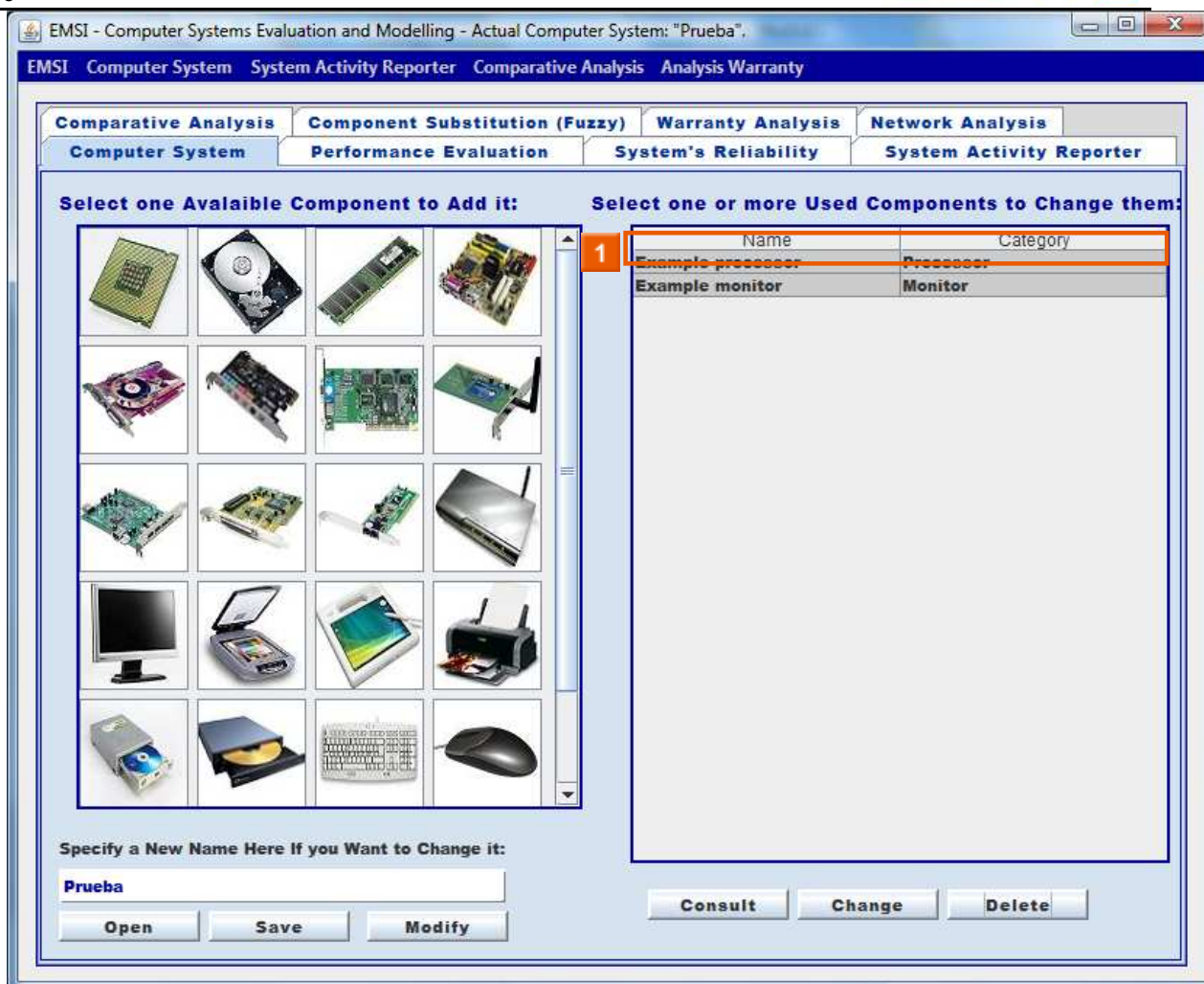
» **1** Haga clic en el icono OK.



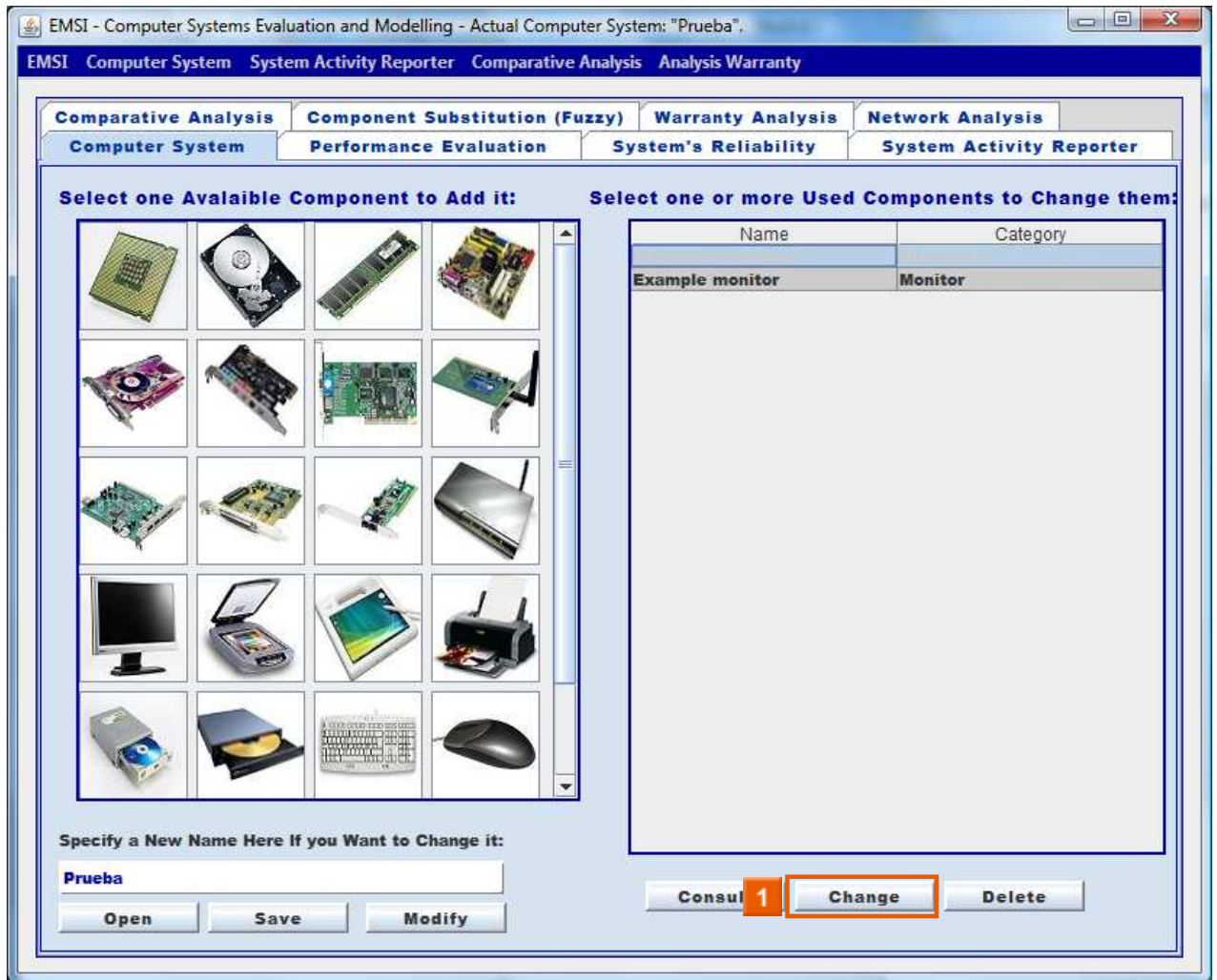
## 2.2 Modificar datos de un componente

Si se insertaron algunos datos incorrectos o incompletos, es posible modificarlos sin tener que crear un componente nuevo.

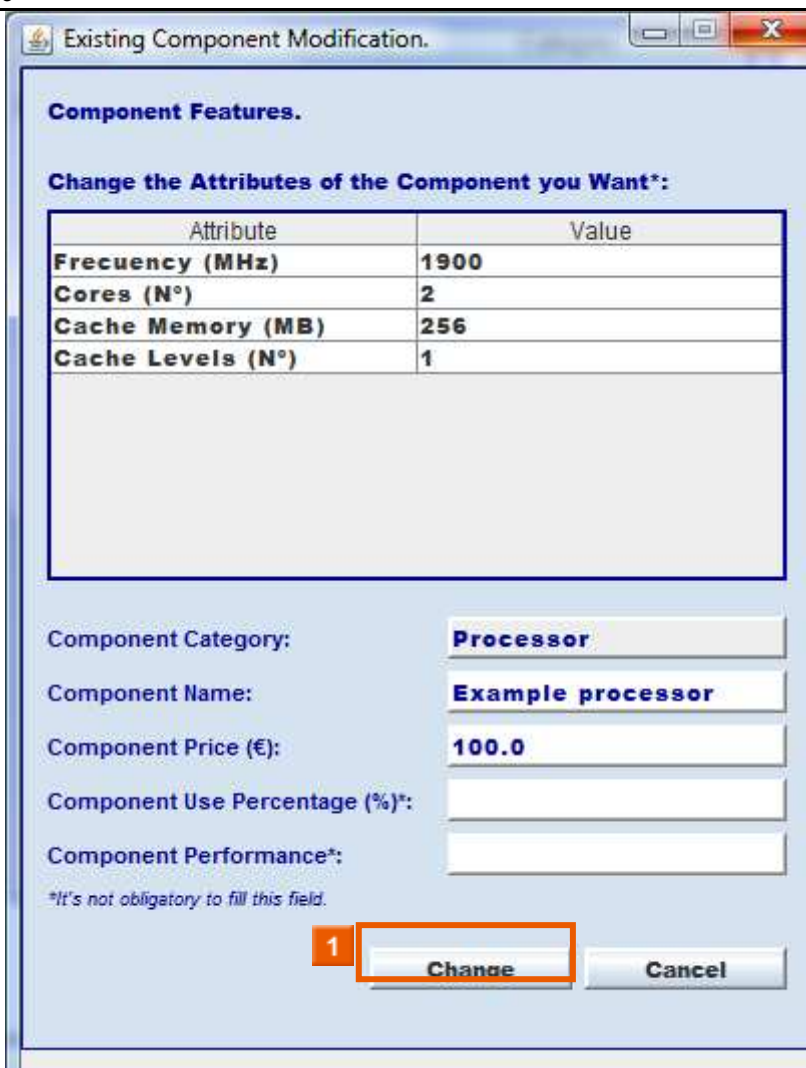




» **1** Haga clic en el elemento a modificar.



» **1** Haga clic en el icono Change.



**Existing Component Modification.**

**Component Features.**

**Change the Attributes of the Component you Want\*:**

Attribute	Value
<b>Frecuency (MHz)</b>	<b>1900</b>
<b>Cores (Nº)</b>	<b>2</b>
<b>Cache Memory (MB)</b>	<b>256</b>
<b>Cache Levels (Nº)</b>	<b>1</b>

Component Category: **Processor**

Component Name: **Example processor**

Component Price (€): **100.0**

Component Use Percentage (%)\*:

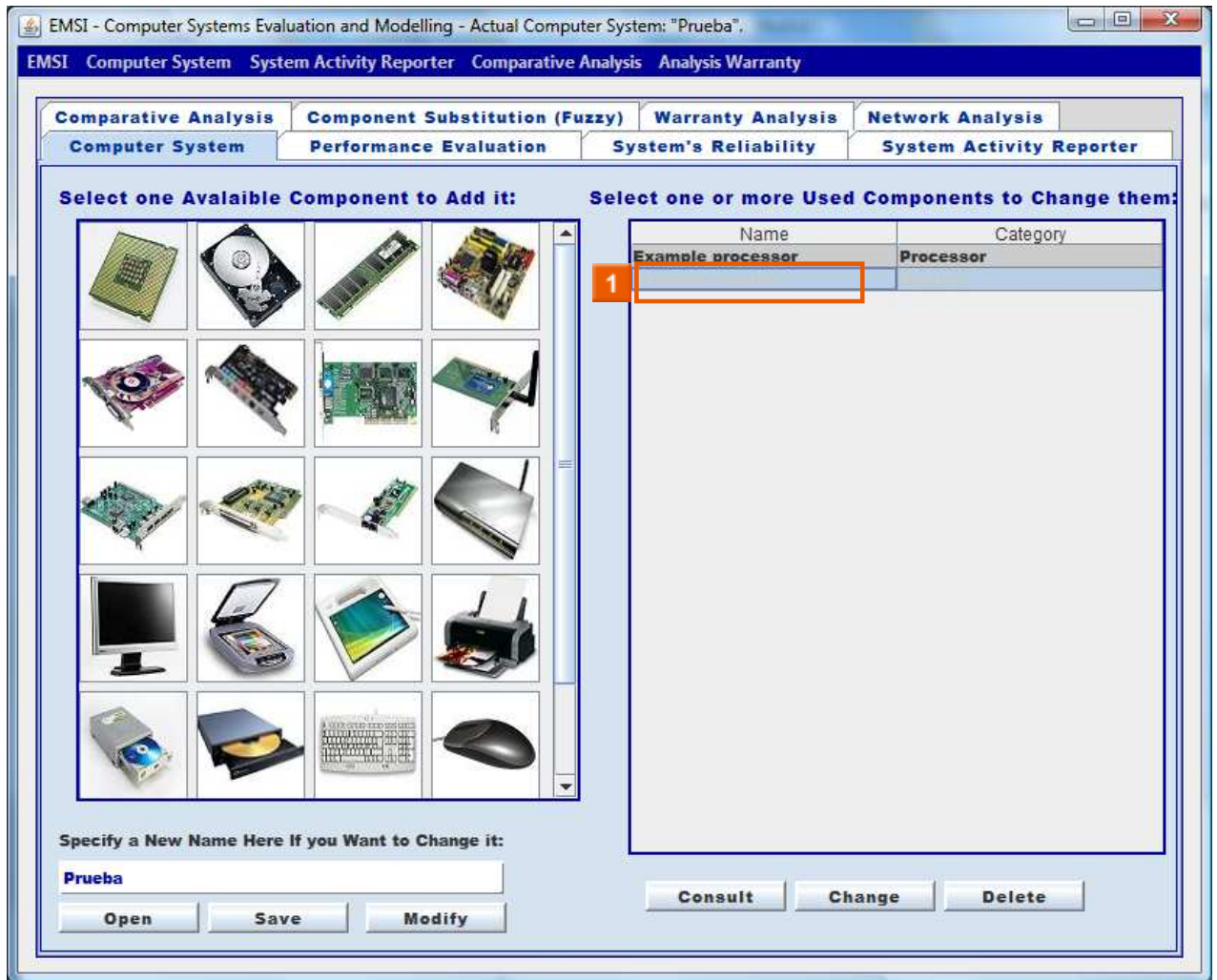
Component Performance\*:

\*It's not obligatory to fill this field.

**1** **Change** **Cancel**

» **1** Haga clic en el icono **Change**.

Otra opción para cambiar los datos sería la siguiente:



» **1** Haga doble clic en el elemento que se desea modificar

Existing Component Modification.

**Component Features.**

**Change the Attributes of the Component you Want\*:**

Attribute	Value
Screen Size (inches)	19"
Refresh Rate (Hz)	60
Resolution (pixels)	2048x1536

Component Category: **Monitor**

Component Name: **Example monitor**

Component Price (€): **150.0**

Component Use Percentage (%)\*:

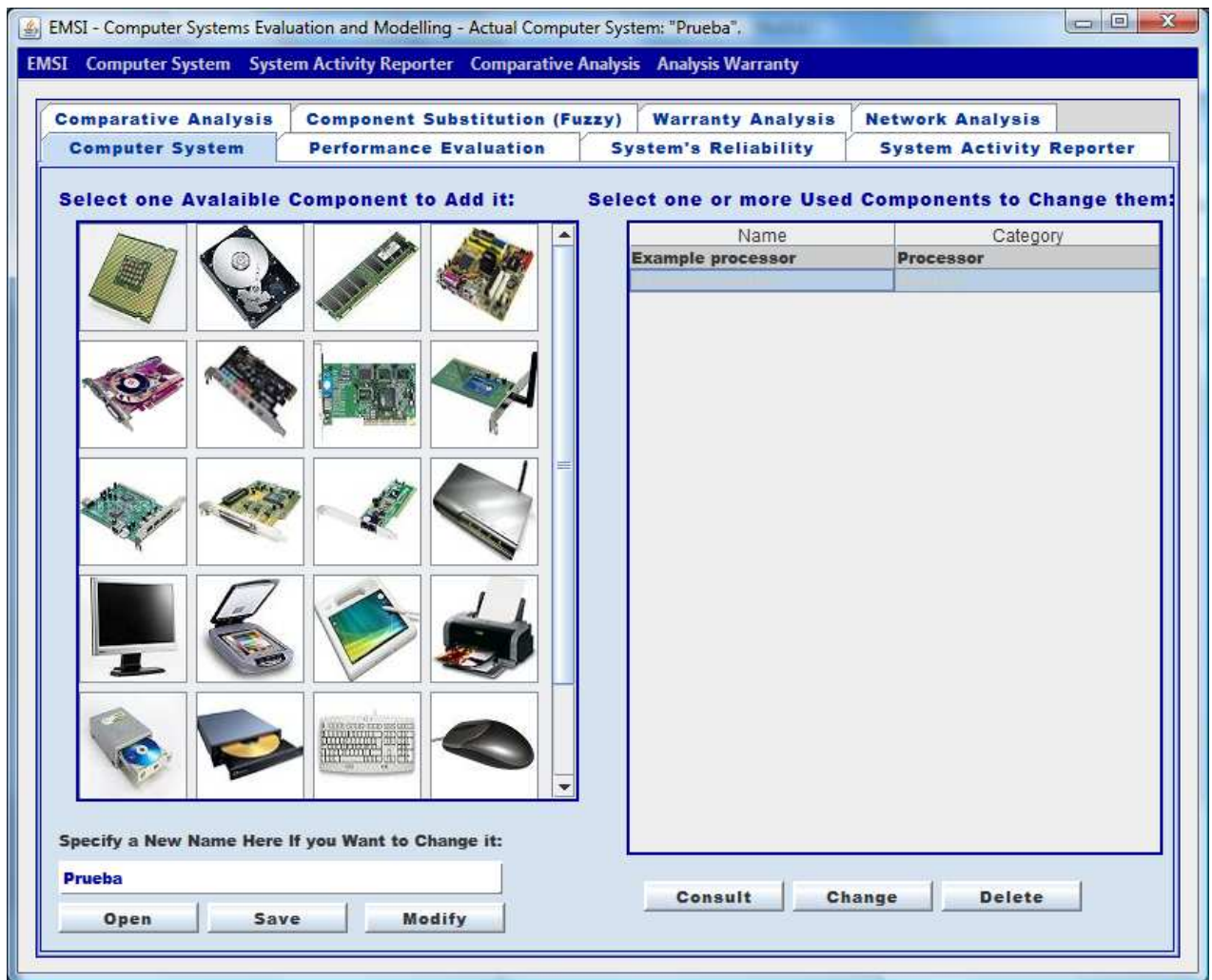
Component Performance\*:

\*It's not obligatory to fill this field.

**Change** **1** **Cancel**

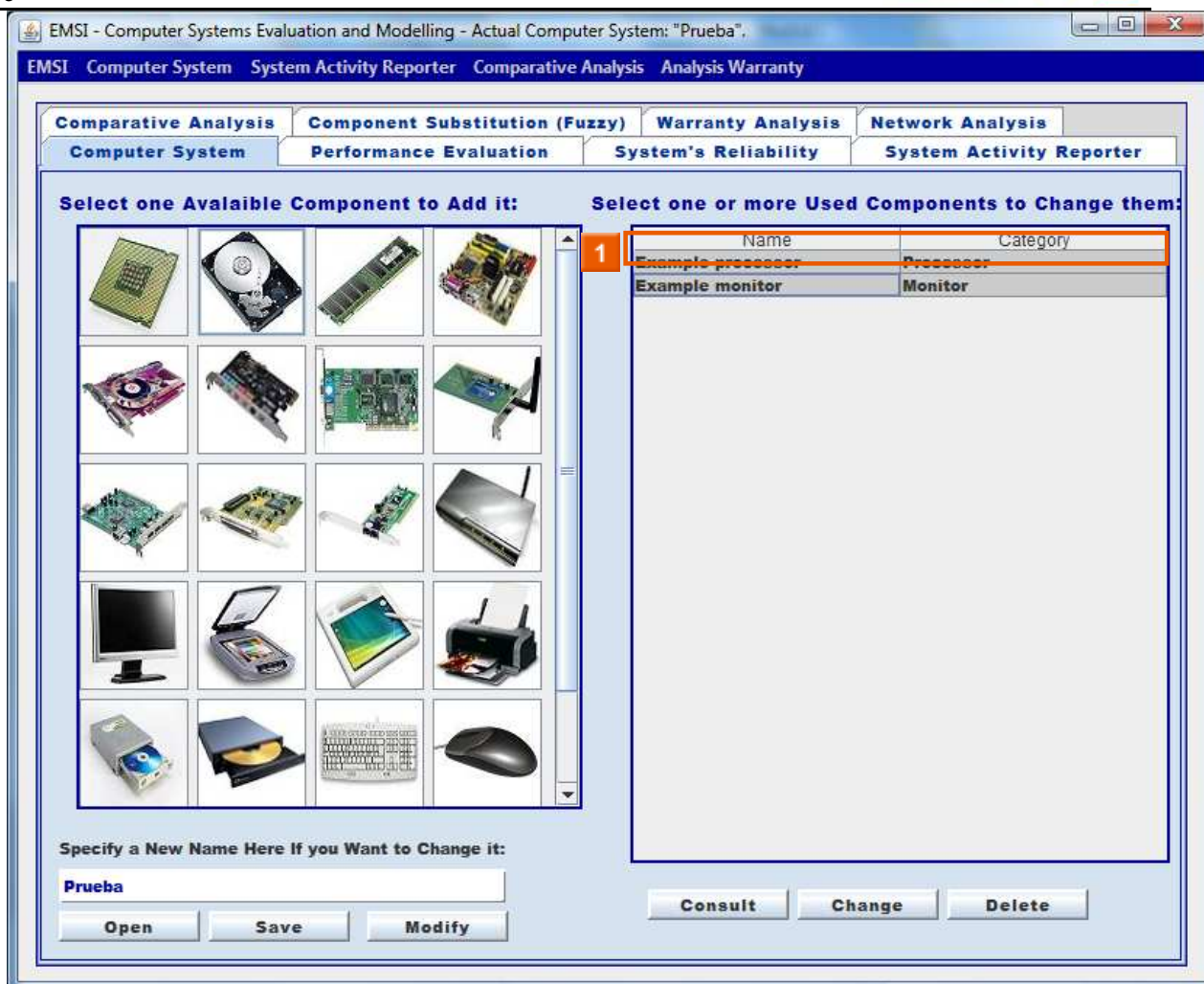
» **1** Haga clic en el icono **Cancel**.



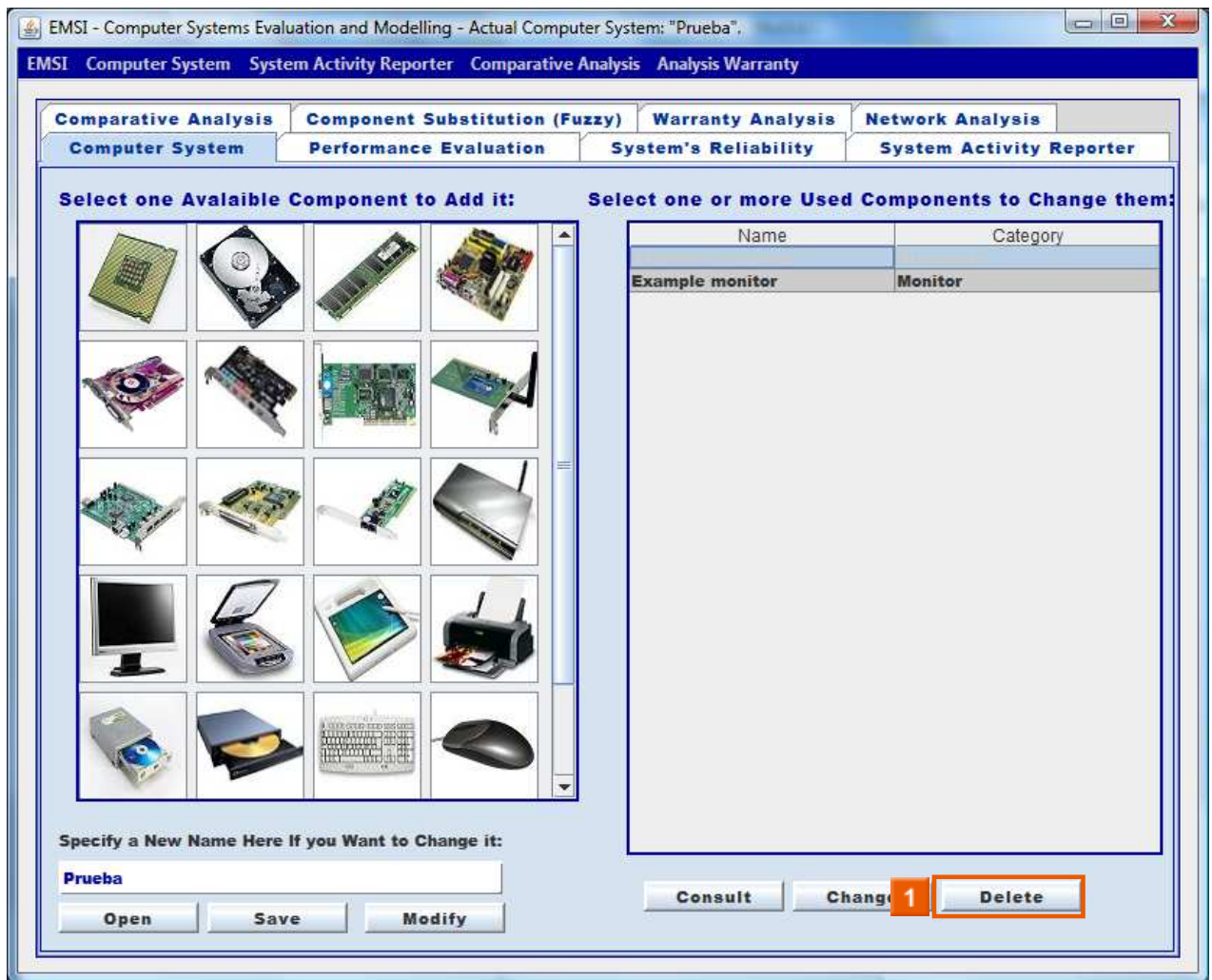


## 2.3 Eliminar componentes del sistema

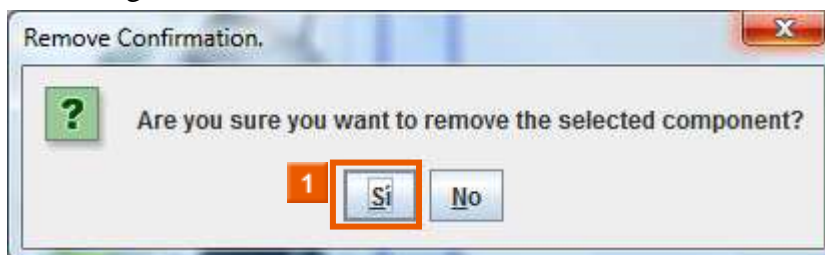
Algunos elementos pueden quedar obsoletos o, desaparecen al ser sustituidos por otros. Desde esta pantalla se pueden eliminar fácilmente de uno en uno o, seleccionando varios al mismo tiempo.




» **1** Haga clic en el/los elemento/s que se desean eliminar.

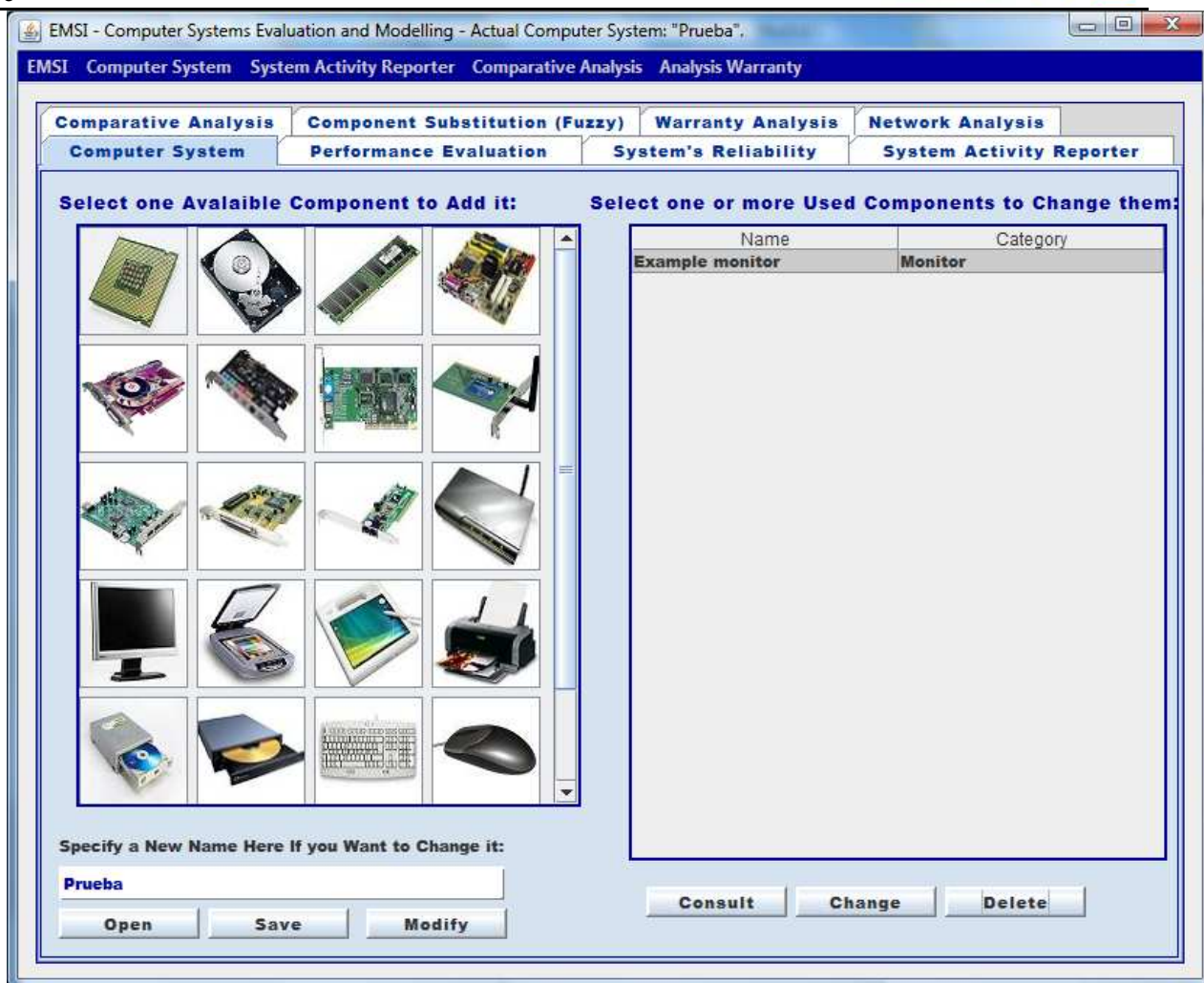


» **1** Haga clic en el icono Delete.



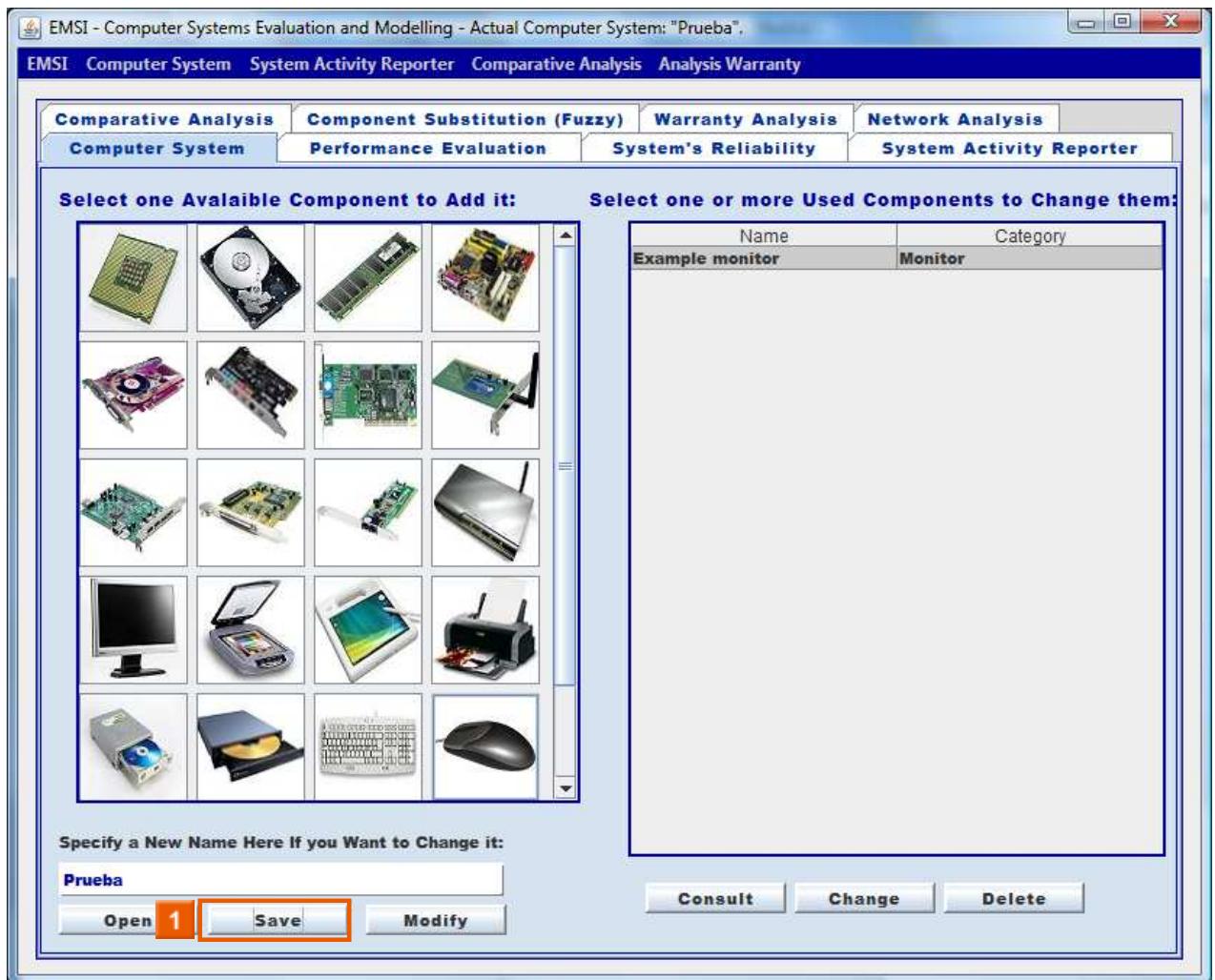
» **1** Haga clic en el icono .



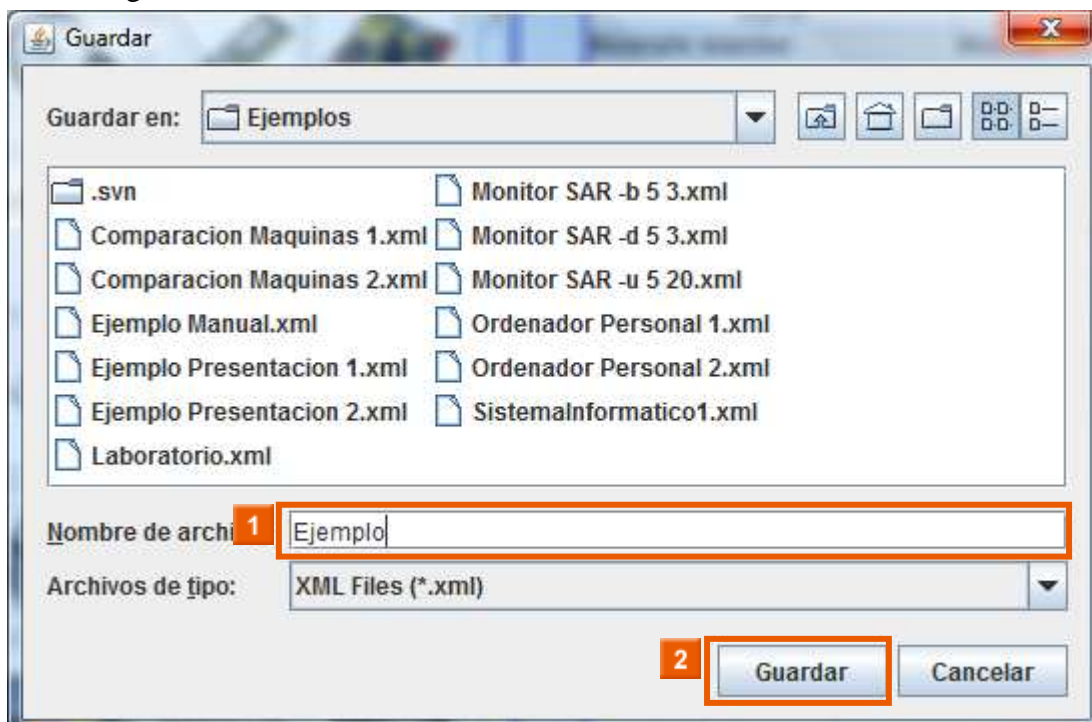


## 2.4 Guardar los datos de un sistema informático

En cualquier momento se puede desear guardar el sistema informático como un archivo ".xml", incluso sin haber introducido componente alguno. Lo único necesario es tener un nombre asignado al sistema.



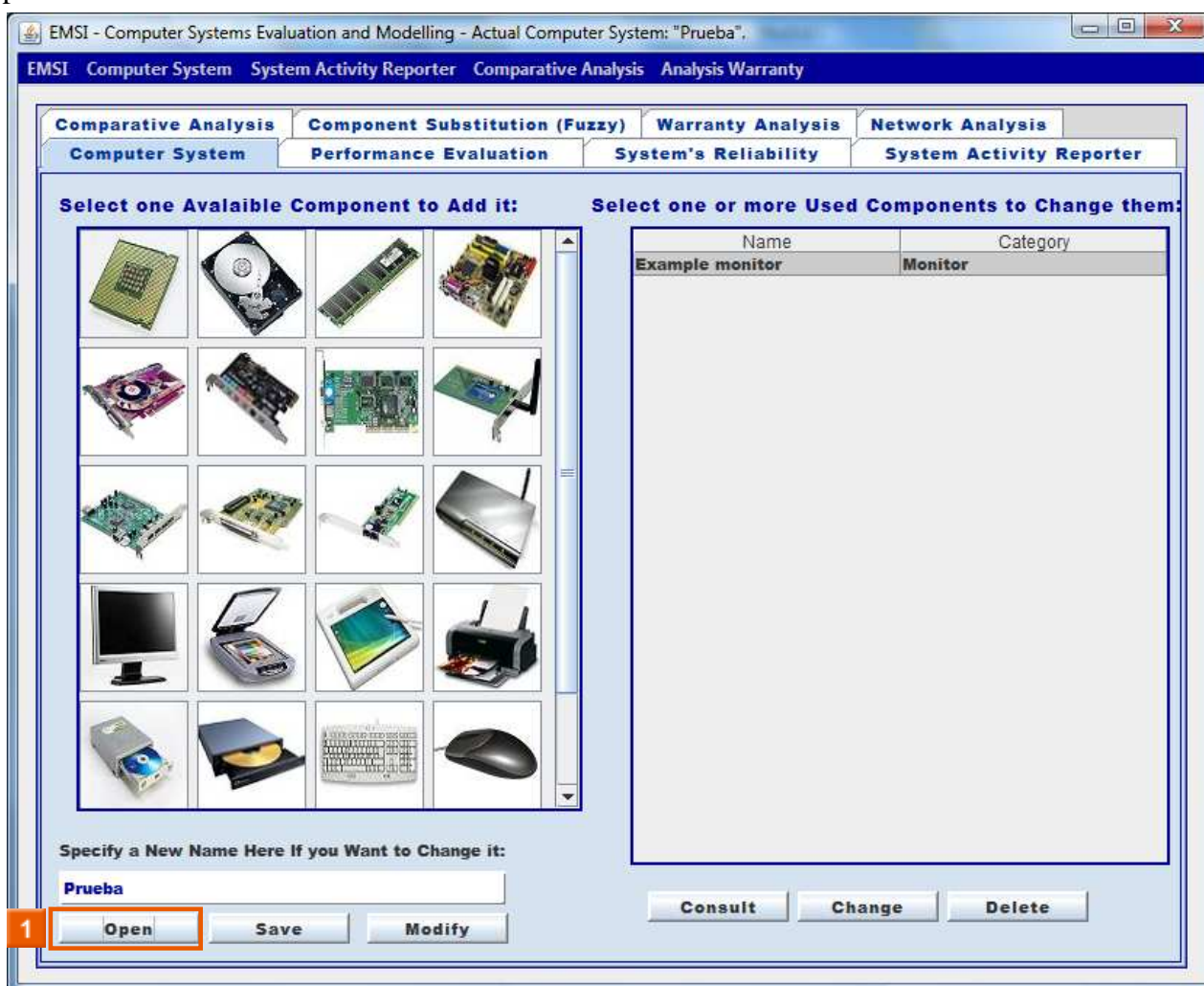
» **1** Haga clic en el icono Save.



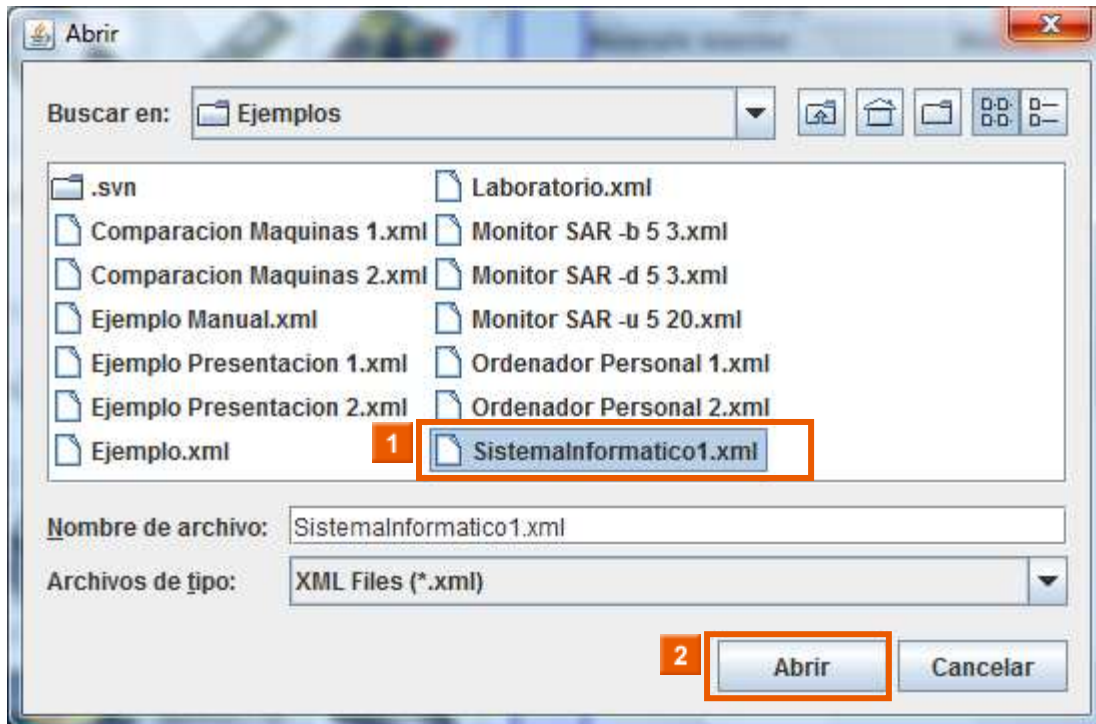
- » **1** Introduzca el nombre en el campo **Nombre de archivo**.
- » **2** Haga clic en el icono **Guardar**.

## 2.5 Abrir datos de un sistema informático

Podemos cargar un sistema existente ya creado en una ejecución anterior. A partir de un archivo \*.xml

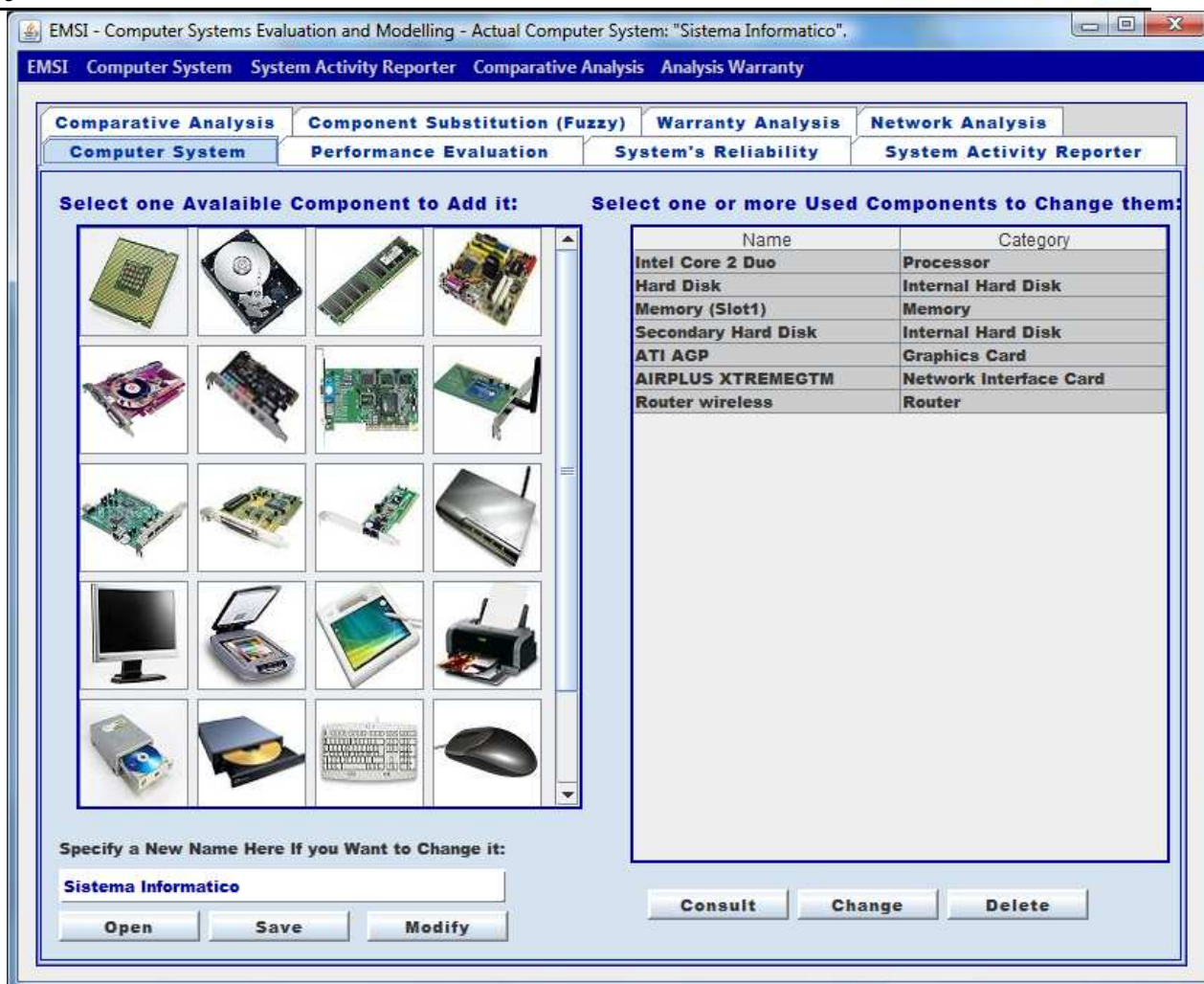


- » **1** Haga clic en el icono **Open**.



- » **1** Haga clic en el archivo que desee abrir.
- » **2** Haga clic en el icono **Abrir**.





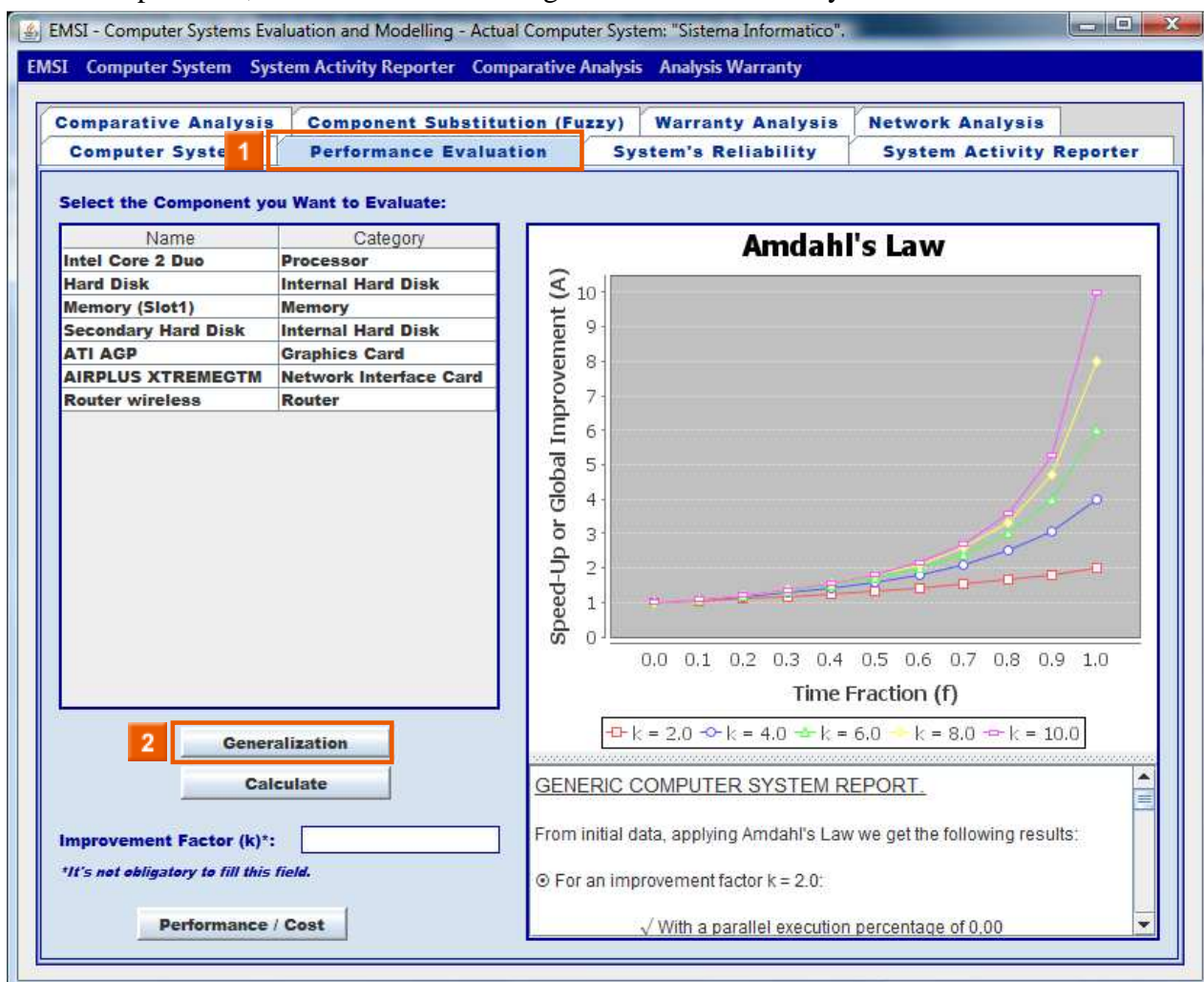
### 3 Evaluación del rendimiento (Performance evaluation)

La segunda pestaña de la aplicación permite evaluar el rendimiento de los componentes del sistema usando la Ley de Amdahl, obteniendo gráficos e informes descriptivos.

De forma automática, al acceder a la pestaña, se mostrará un gráfico estándar junto a su correspondiente descripción, para facilitar al usuario su entendimiento

#### 3.1 Calcular la generalización de la ley de Amdahl

Una manera rápida de obtener la máxima mejora del sistema al sustituir uno o varios componentes, se realiza utilizando la generalización de la Ley de Amdahl.



» **1** Haga clic en la pestaña **Performance Evaluation**.

» **2** Haga clic en el icono **Generalization**.

Aparecerá la siguiente tabla cuyos datos se tomarán de forma automática, en el caso de no haber rellenado los datos de porcentaje de uso anteriormente, los campos

correspondientes aparecerán en blanco y será necesario rellenarlos.

**Customize Properties.**

**Component Features.**

Change the Use Percentages (%) and Improvement Factors (k) you Want:

Name	Category	Use Percentage (%)	Improvement Factor (k)
Intel Core 2 Duo	Processor	30	2
Hard Disk	Internal Hard Disk	10	1
Memory (Slot1)	Memory	20	1
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk	5	1
ATI AGP	Graphics Card	5	3
AIRPLUS XTREMEG...	Network Interface C...	15	1
Router wireless	Router	15	1

1 ☒ Remember Use Percentages (%) in the future.

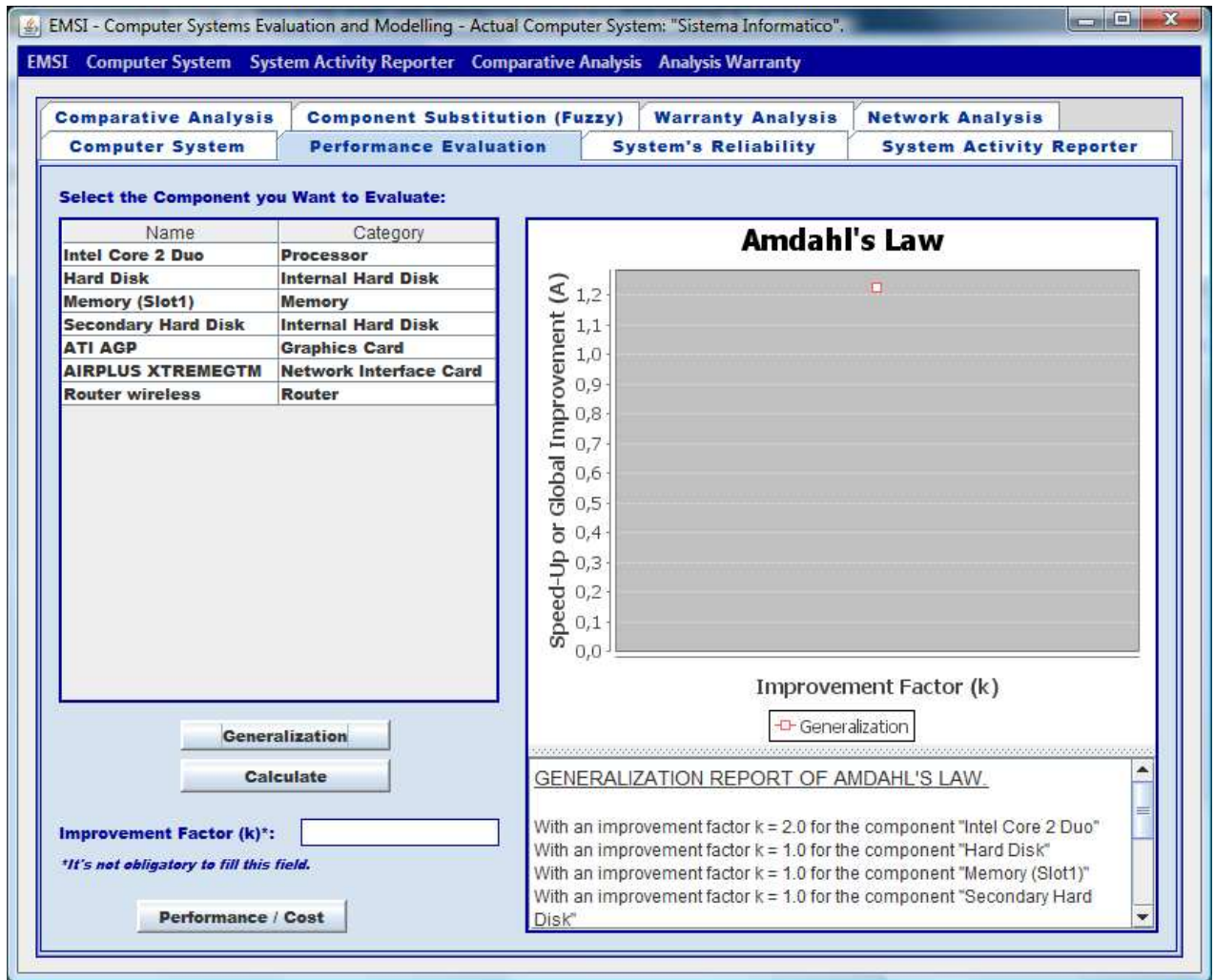
2 ☒ Remember Improvement Factors (k) in the future.

3 **OK** Cancel

- » 1 Haga clic en la casilla **Remember Use Percentages (%) in the future..**
- » 2 Haga clic en la casilla **Remember Improvement Factors (k) in the future..**

En el caso de haber cambiado o creado los datos de porcentaje de uso y/o factor de mejora, si se desea que estos datos sean recordados se debe hacer clic en las casillas indicadas en los pasos anteriores antes de pulsar ok.

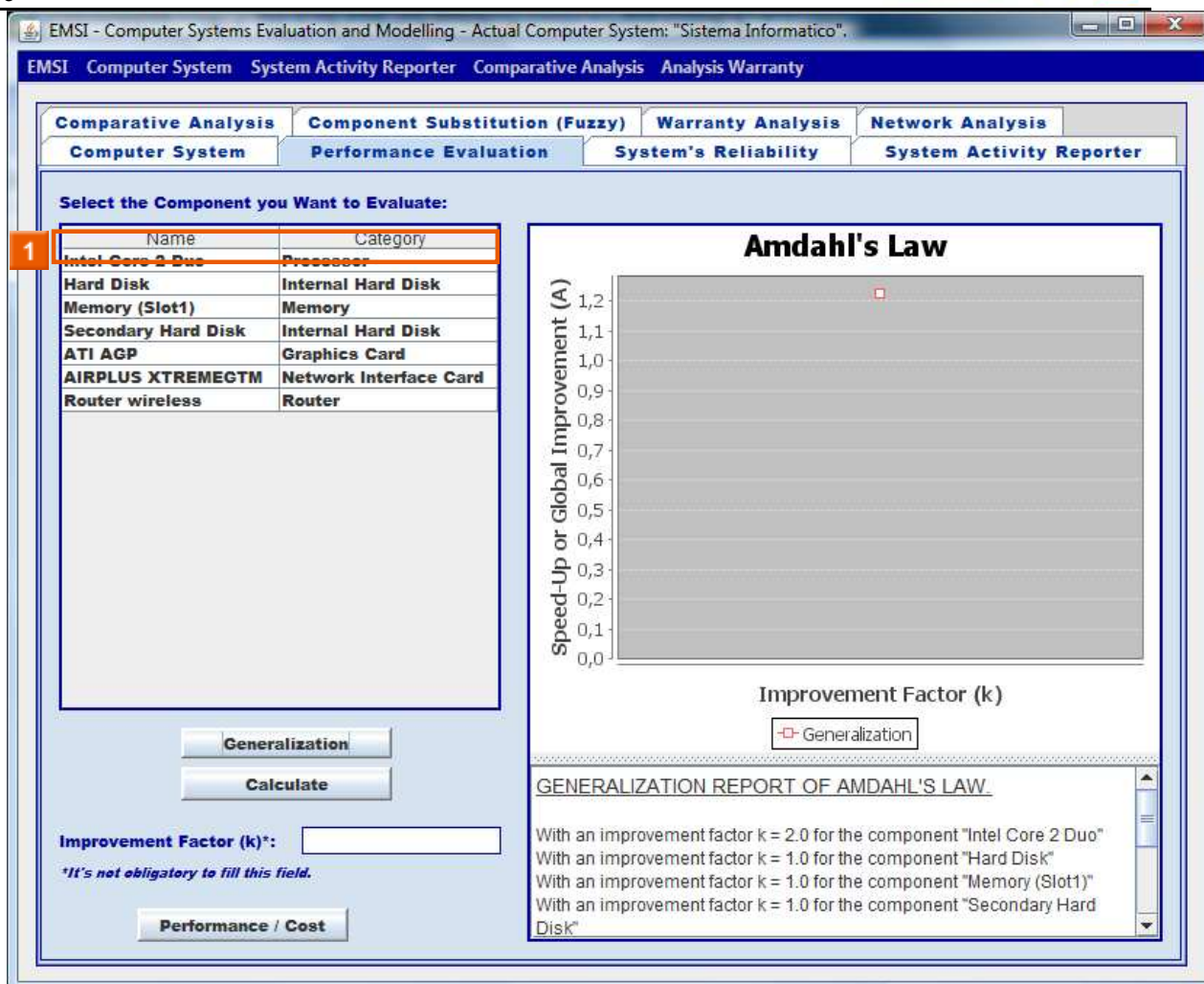
- » 3 Haga clic en el icono **OK**.



### 3.2 Aplicar la Ley de Amdahl por componentes

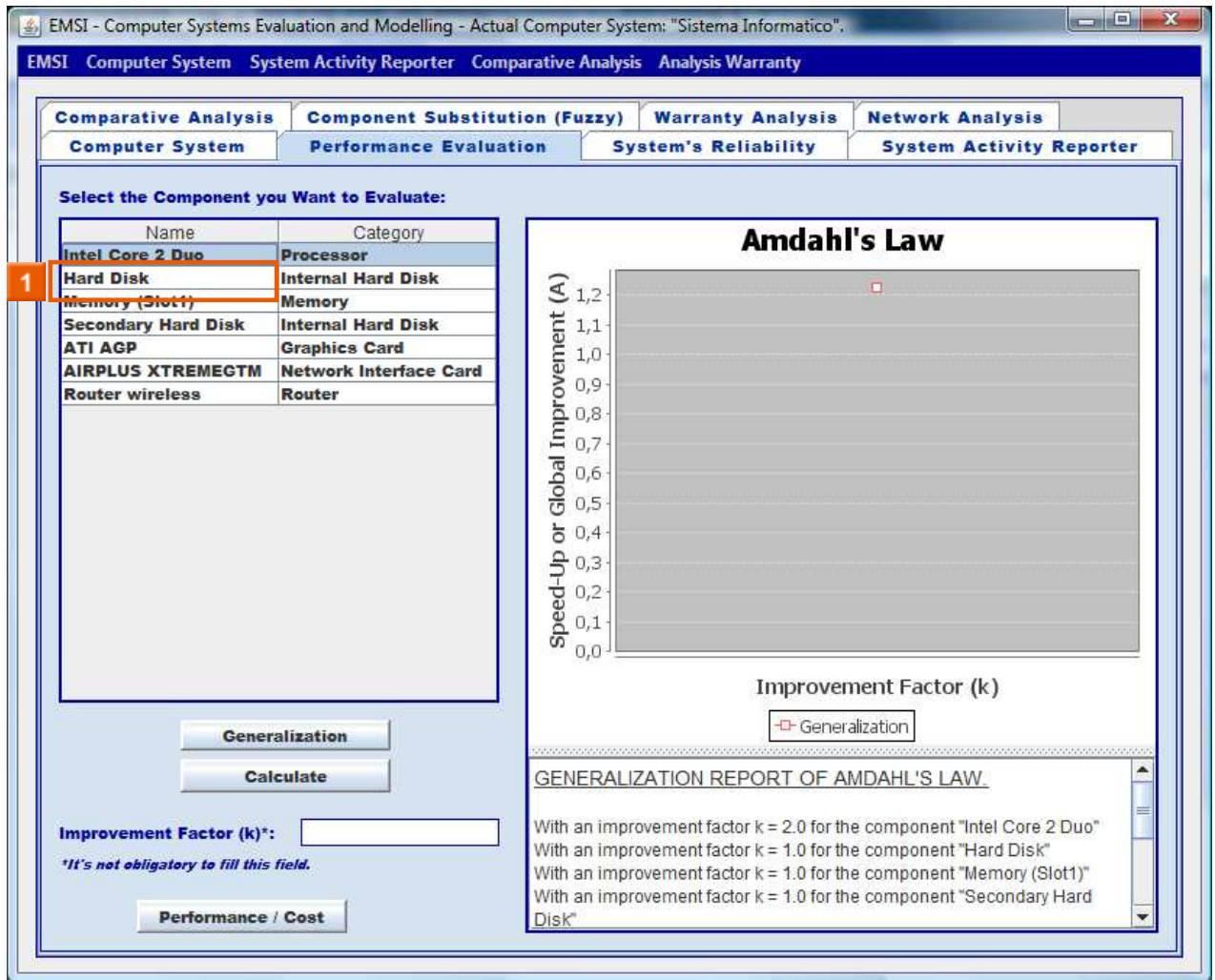
Con esta funcionalidad se pueden comprobar los resultados de aplicar la Ley de Amdahl a cada componente por separado.



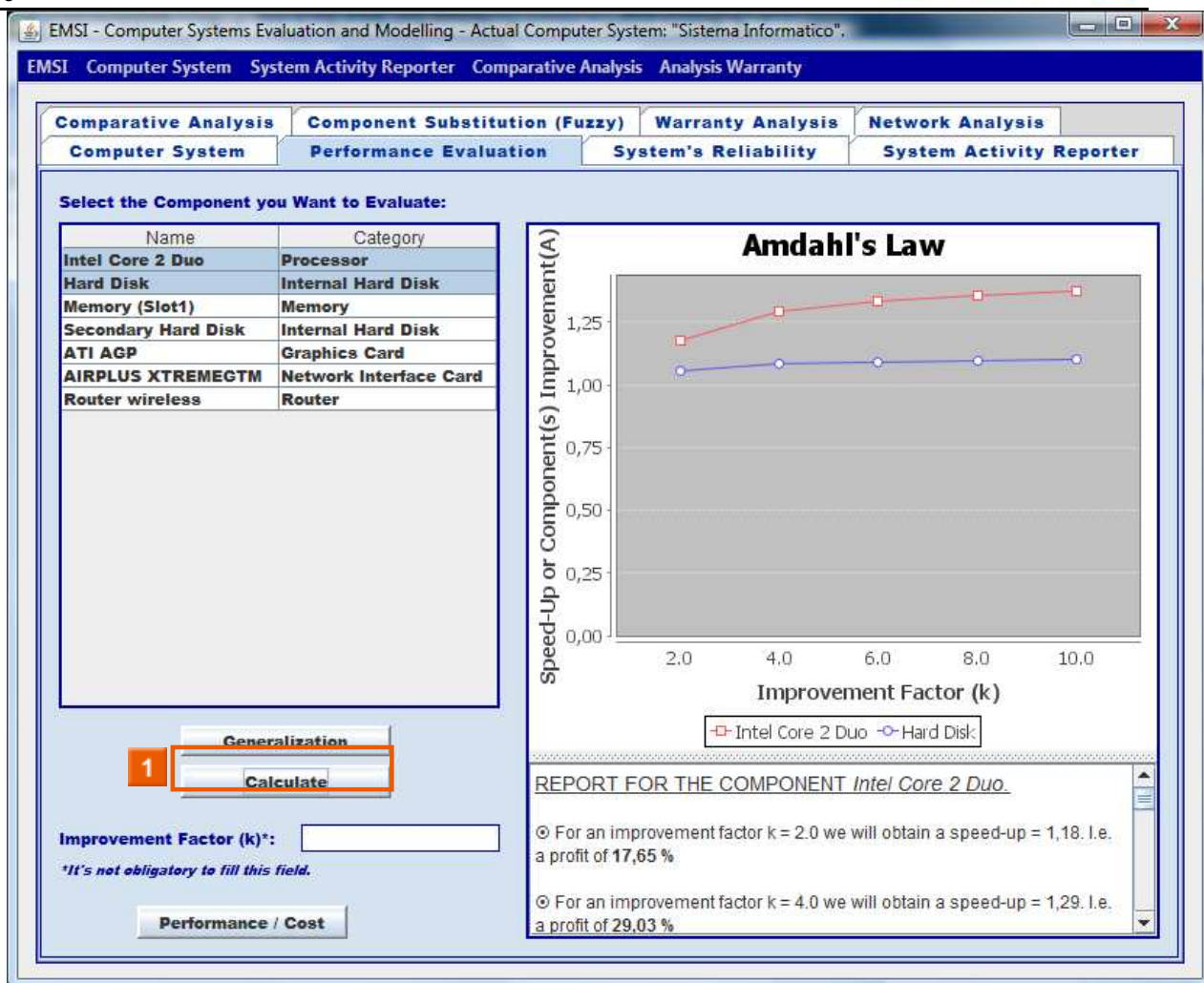


» **1** Hacer clic en el componente que se quiere analizar.

## ANEXO 2

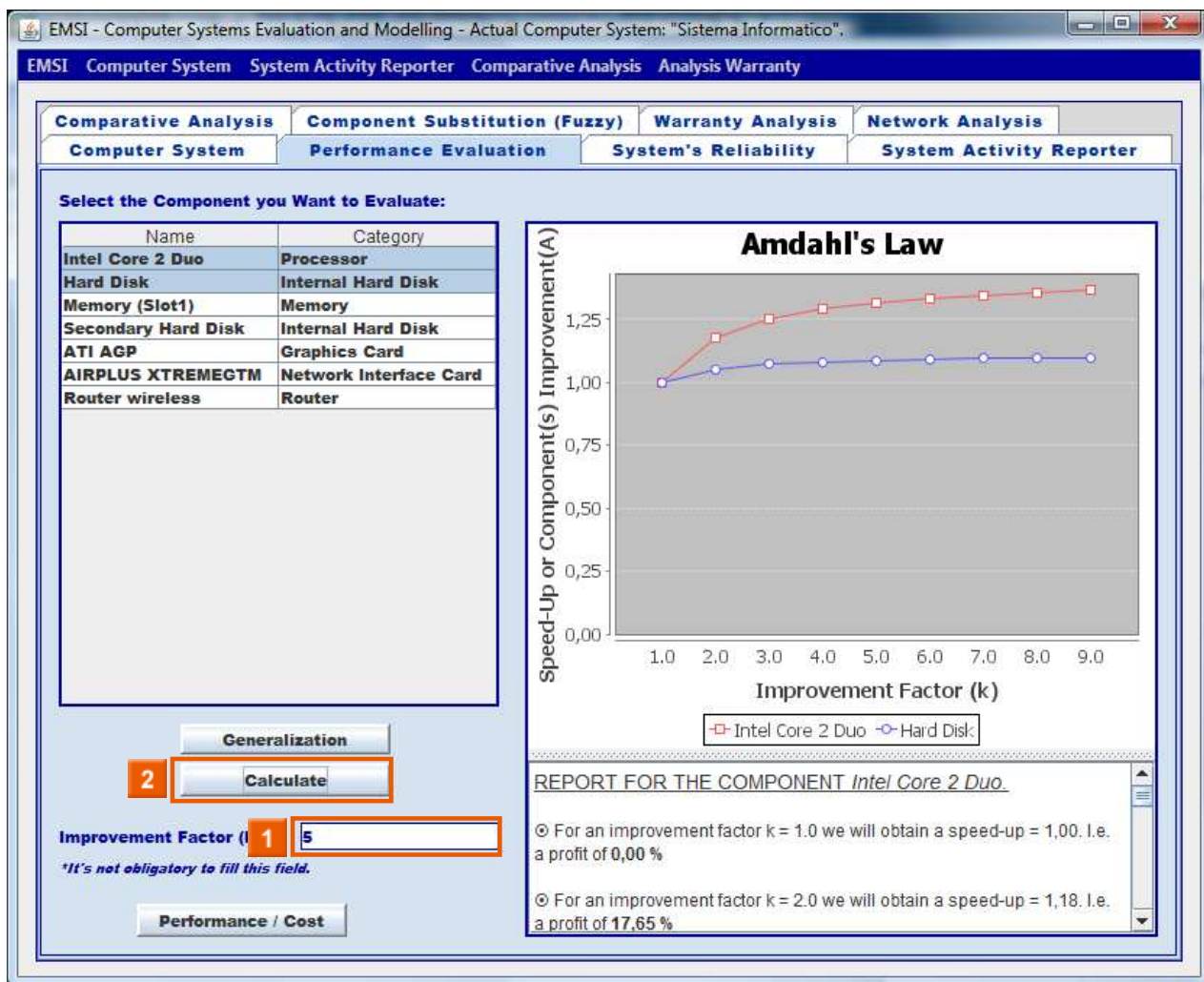


» **1** Hacer Control+clik en el/los otro/s componentes que se quieren estudiar.



» **1** Haga clic en el icono Calculate.

Se pueden obtener resultados para un determinado factor de mejora.

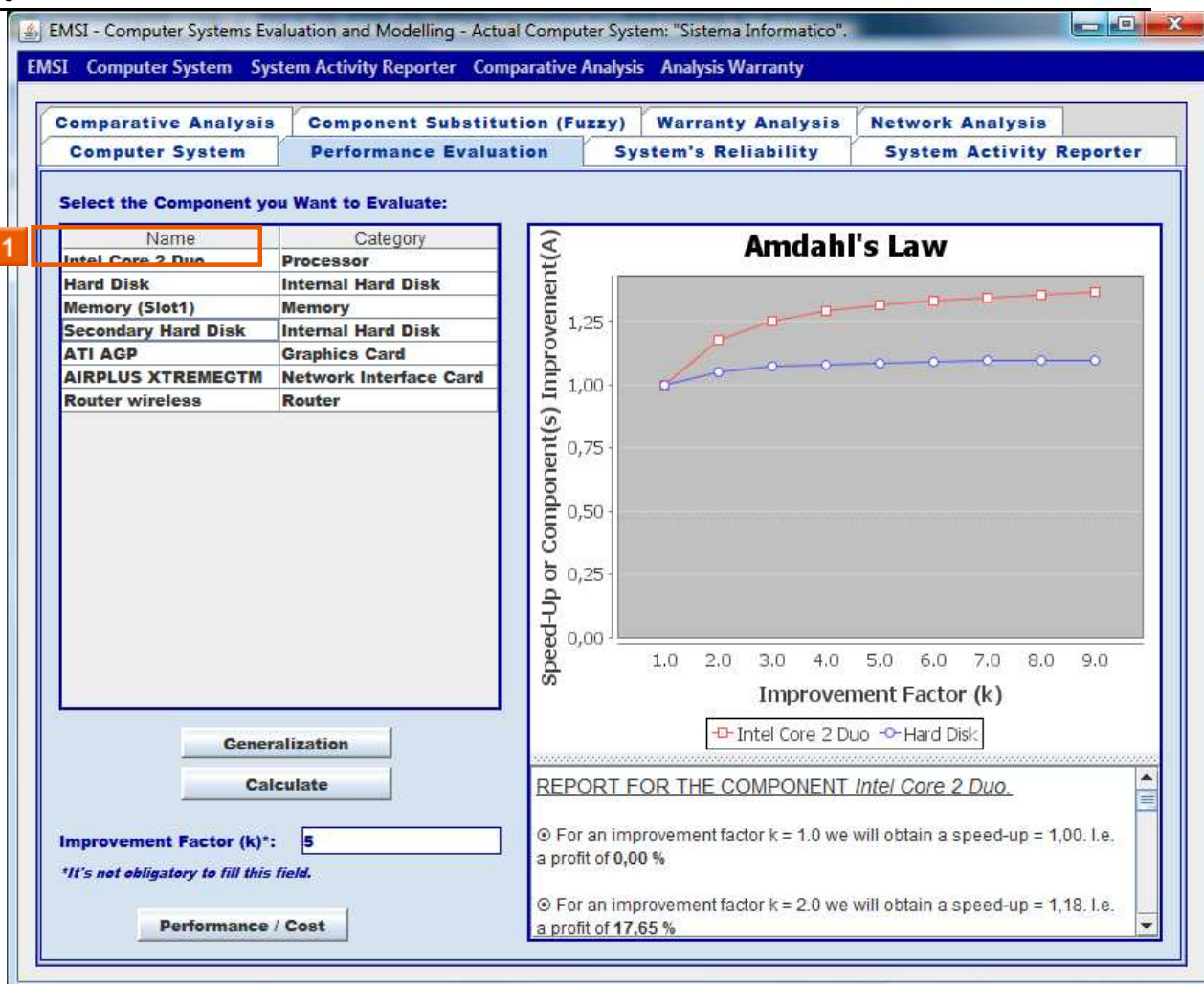


- » 1 Introduzca el valor del factor de mejora en el campo correspondiente.
- » 2 Haga clic en el icono Calculate.

### 3.3 Informar del rendimiento y coste por componentes

De esta manera se puede conocer cuánto mejorará un sistema añadiendo o sustituyendo un componente, teniendo en cuenta los costes de integración.





» **1** Hacer doble clic en el componente a analizar para introducir los datos necesarios.

Existing Component Modification.

**Component Features.**

**Change the Attributes of the Component you Want\*:**

Attribute	Value
<b>Frecuency (MHz)</b>	<b>2000</b>
<b>Cores (N°)</b>	<b>2</b>
<b>Cache Memory (MB)</b>	<b>200</b>
<b>Cache Levels (N°)</b>	<b>2</b>

Component Category: **Processor**

Component Name: **Intel Core 2 Duo**

Component Price (€): **1** **200.0**

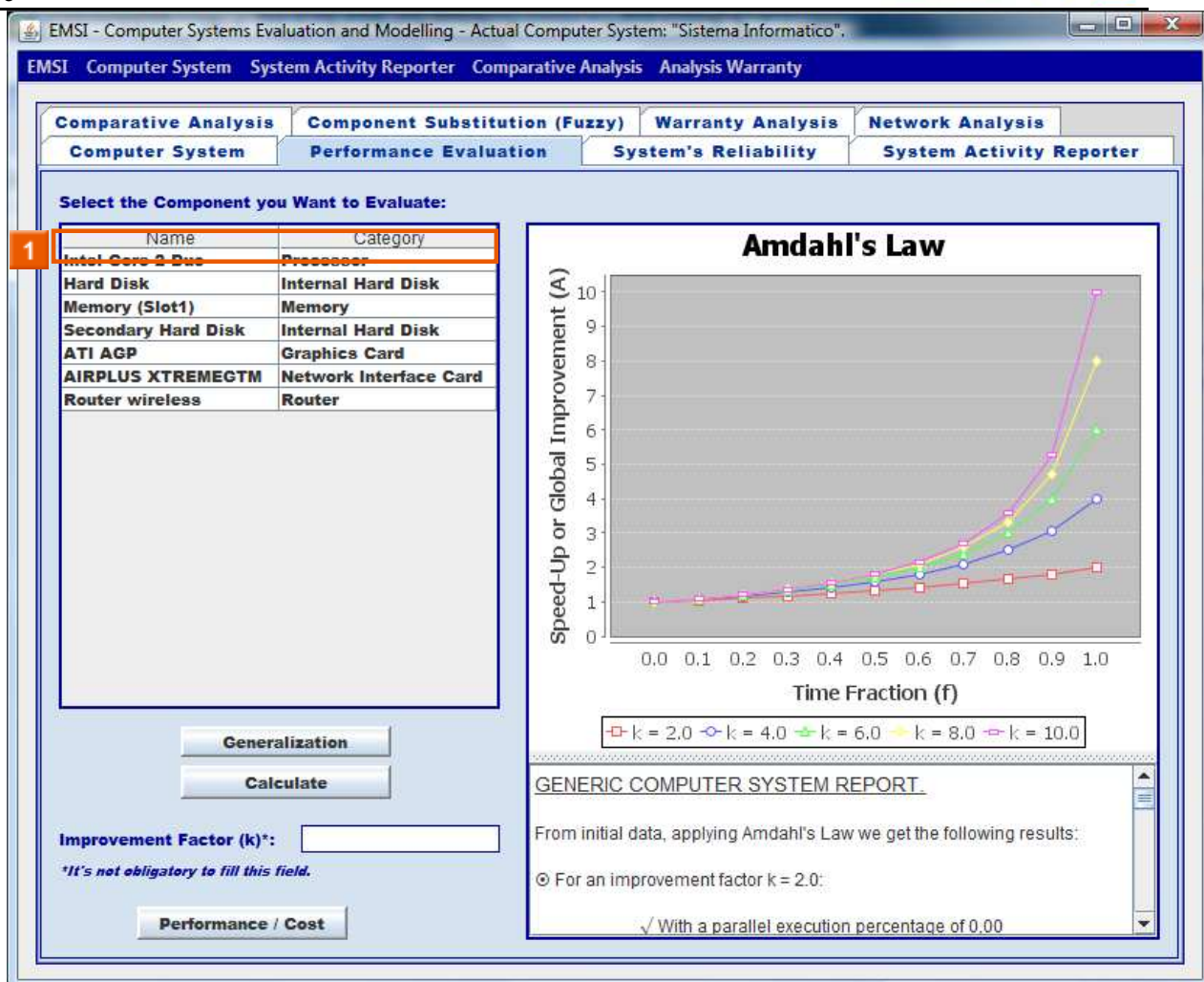
Component Use Percentage (%)\*: **30.0**

Component Performance\*: **2** **126**

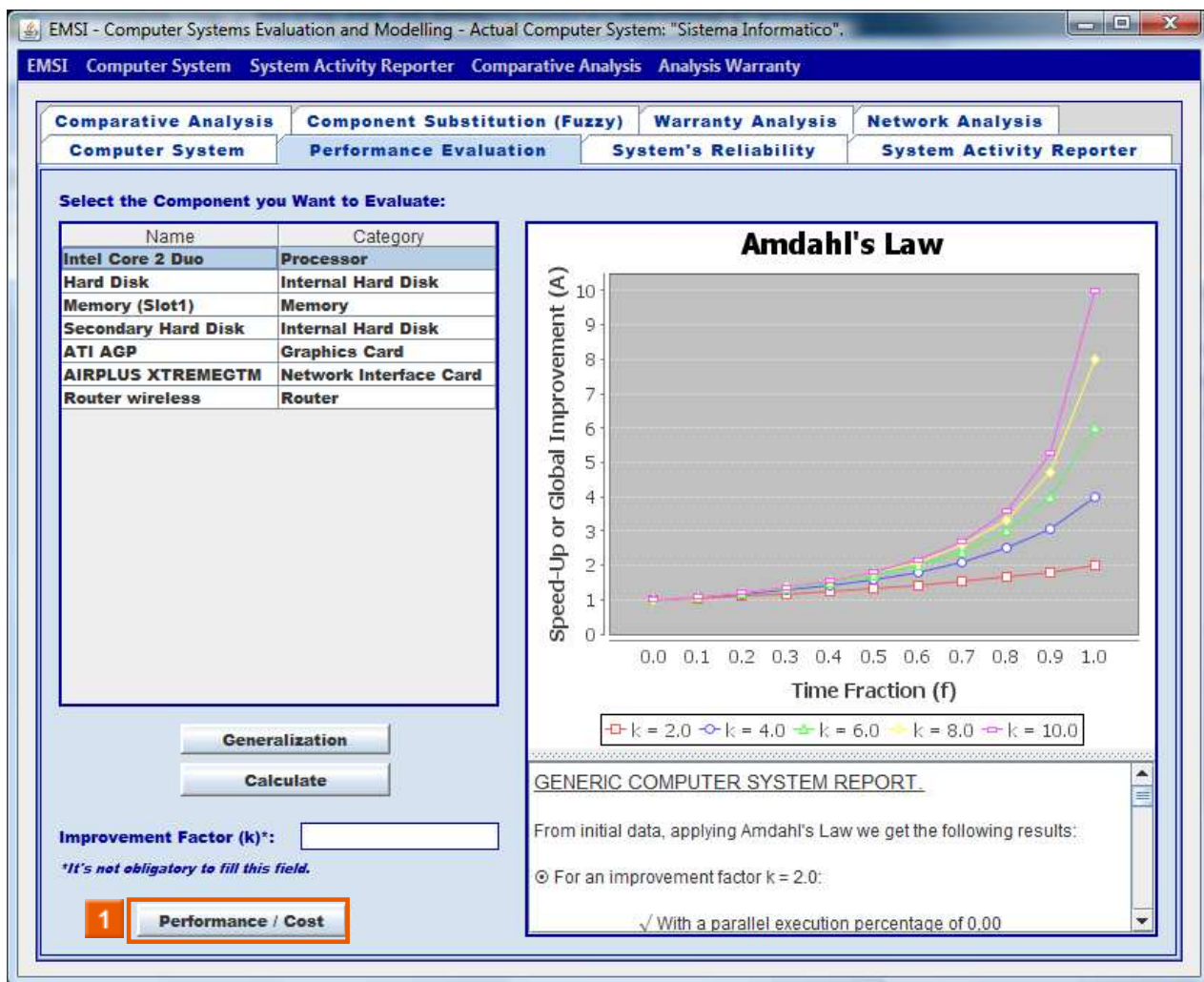
\*It's not obligatory to fill this field.

**3** **Change** **Cancel**

- » **1** Haga clic en el campo de entrada **Component Price (€)**
- » **2** Introduzca el valor deseado en el campo **Component Performance**.
- » **3** Haga clic en el icono **Change**.



» **1** Hacer clic en el componente.



» **1** Haga clic en el icono Performance / Cost.

» **1** Introduzca **Procesador** en el campo .

» **2** Introduzca el **precio** en el campo Component Price.



- » **3** Introduzca el **valor deseado** en el campo .
- » **4** Haga clic en el **icono OK**.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

PERFORMANCE / COST REPORT FOR PROCESSORS.

From the initial data, the relationship between benefits and costs would be:

- ⊙ For component "Intel Core 2 Duo" is concluded that:  
 Obtained performance is 126,00 units  
 The cost is 200,00 €  
 The relationship between performance and cost is: 0,63
- ⊙ For component "Procesador" is concluded that:  
 Obtained performance is 126,00 units  
 The cost is 200,00 €  
 The relationship between performance and cost is: 0,63

With all these data, the same results would be obtained either by integrating the two components within the Computer System.

Generalization

Calculate

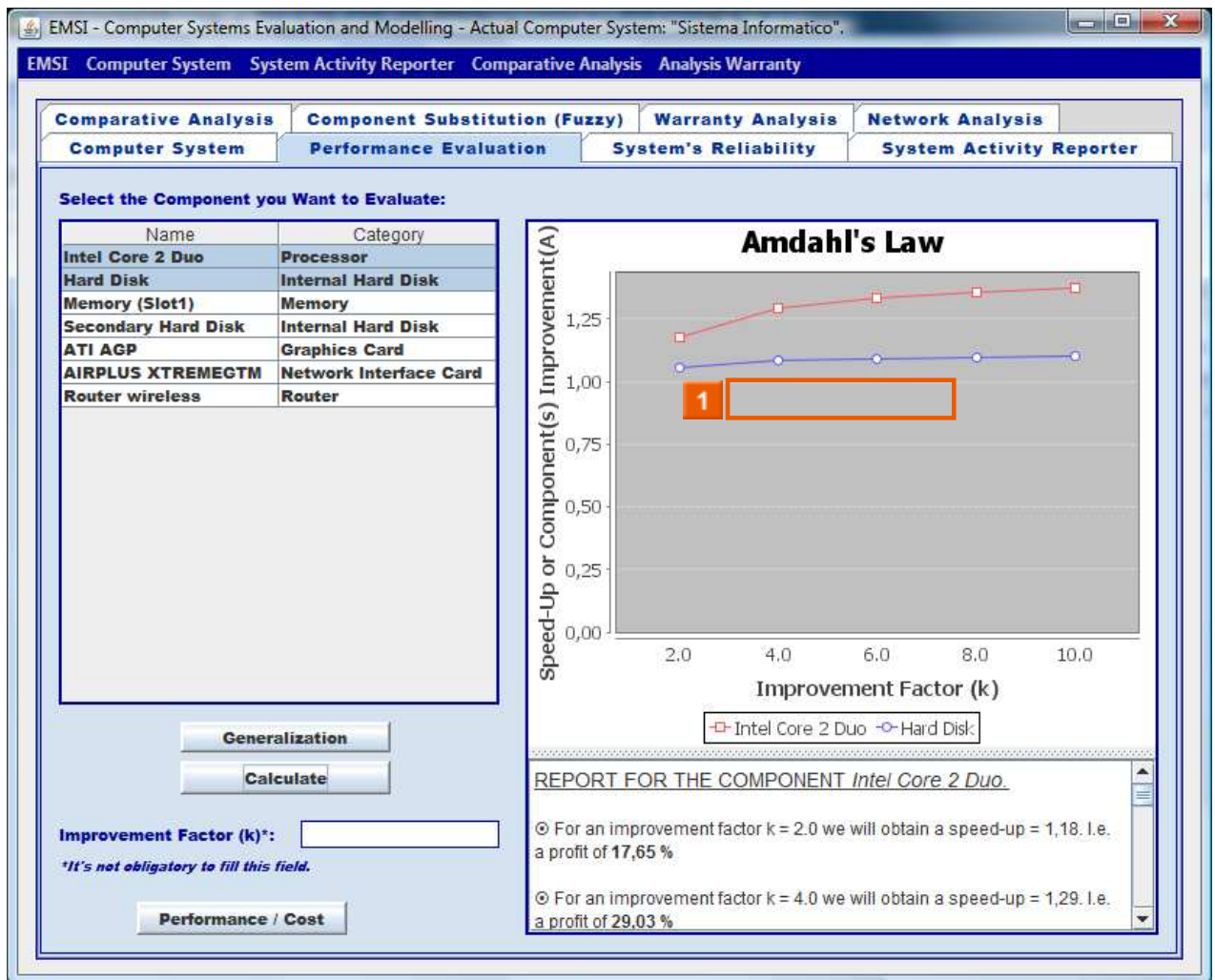
Improvement Factor (k)\*:

\*It's not obligatory to fill this field.

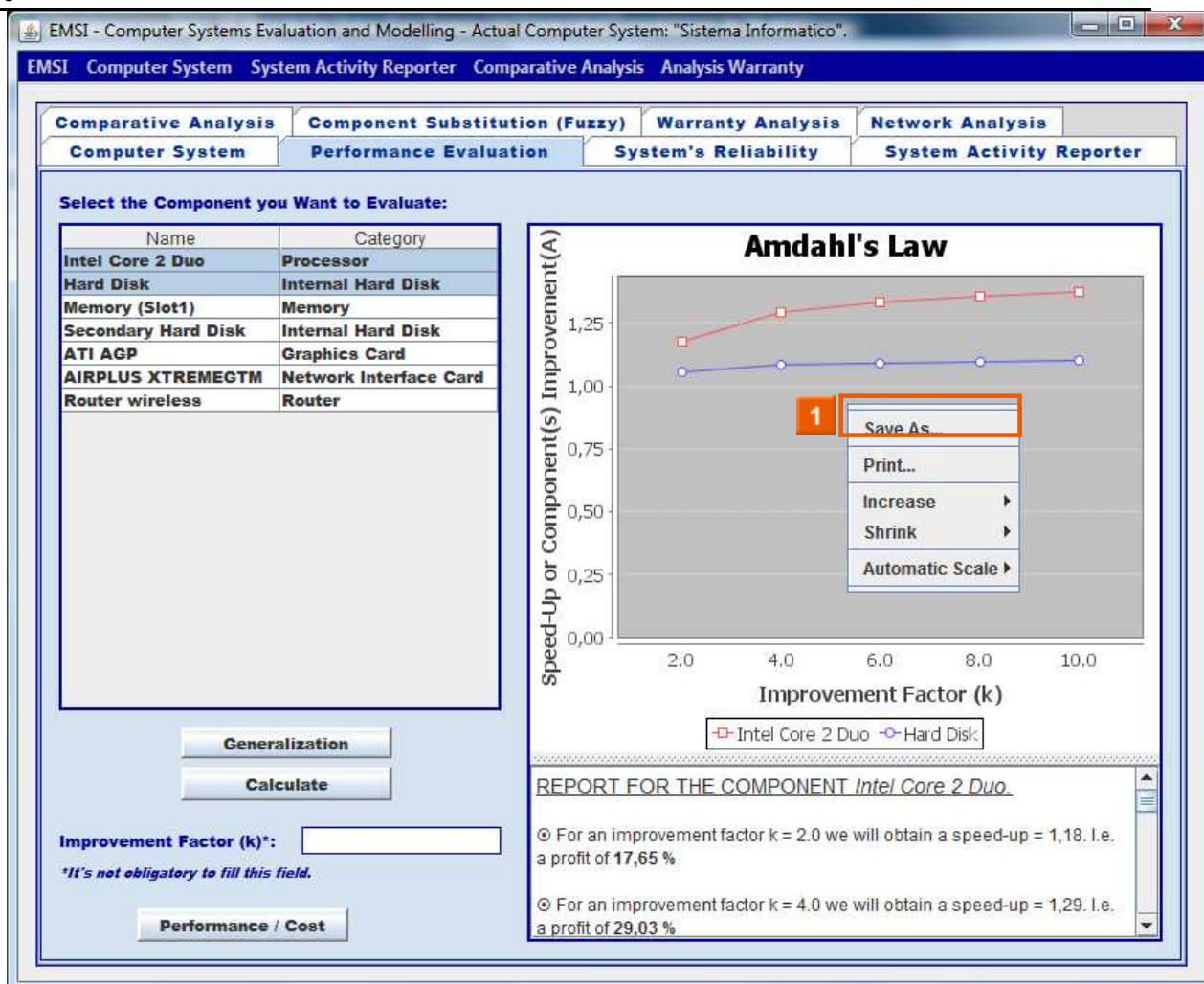
Performance / Cost

### 3.4 Manipular gráficos

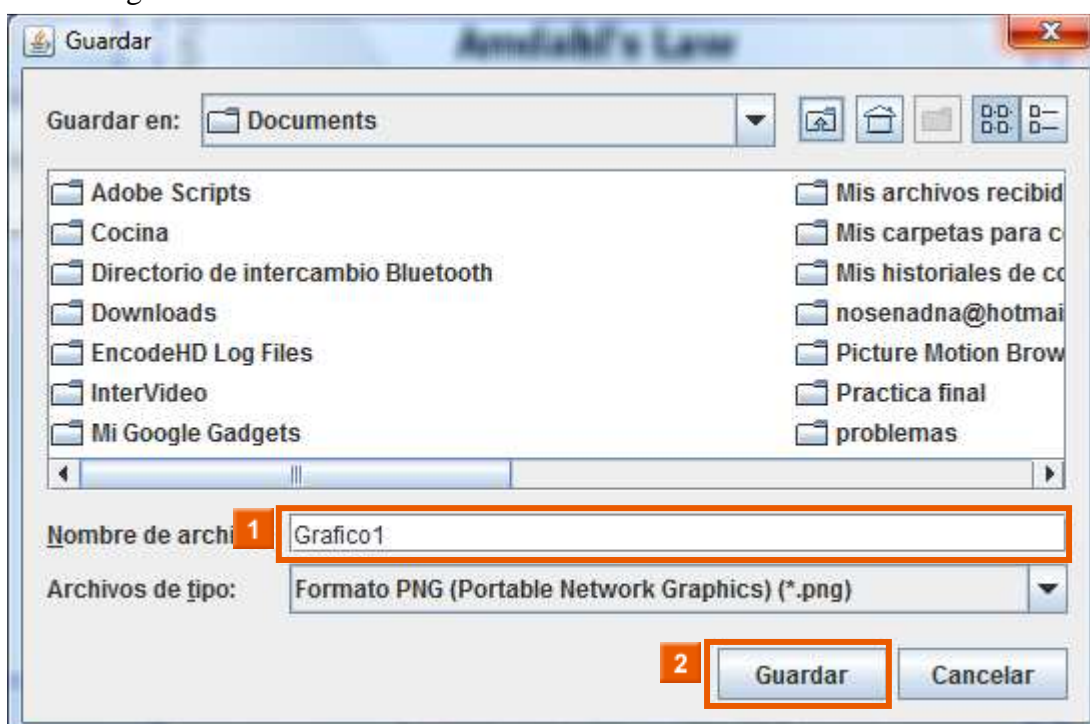
Esta aplicación permite manipular los gráficos mostrados como resultado, de manera que puedan ser aumentados, encogidos , restablecer la escala, y sobre todo guardados e imprimidos



- » **1** Haga clic con el botón derecho del ratón en cualquier punto de la gráfica. Se despliega una lista de opciones entre las que encontramos **Save As...** y **print....** Para guardar la imagen seguiremos los siguientes pasos.



» **1** Haga clic en el elemento de menú Save As....

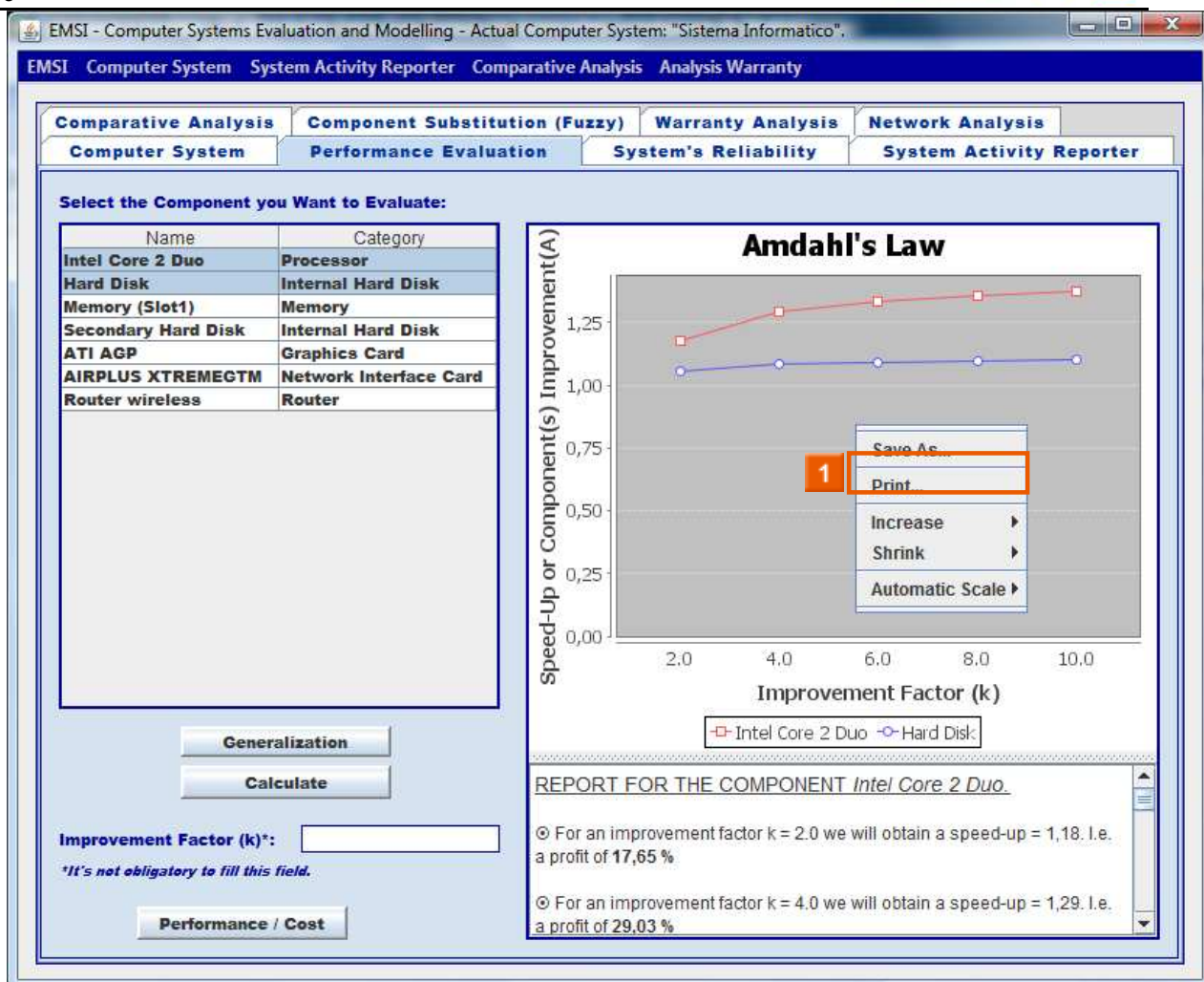


- » **1** Introduzca **Grafico1** en el campo **Nombre de archivo**.
- » **2** Haga clic en el icono **Guardar**.

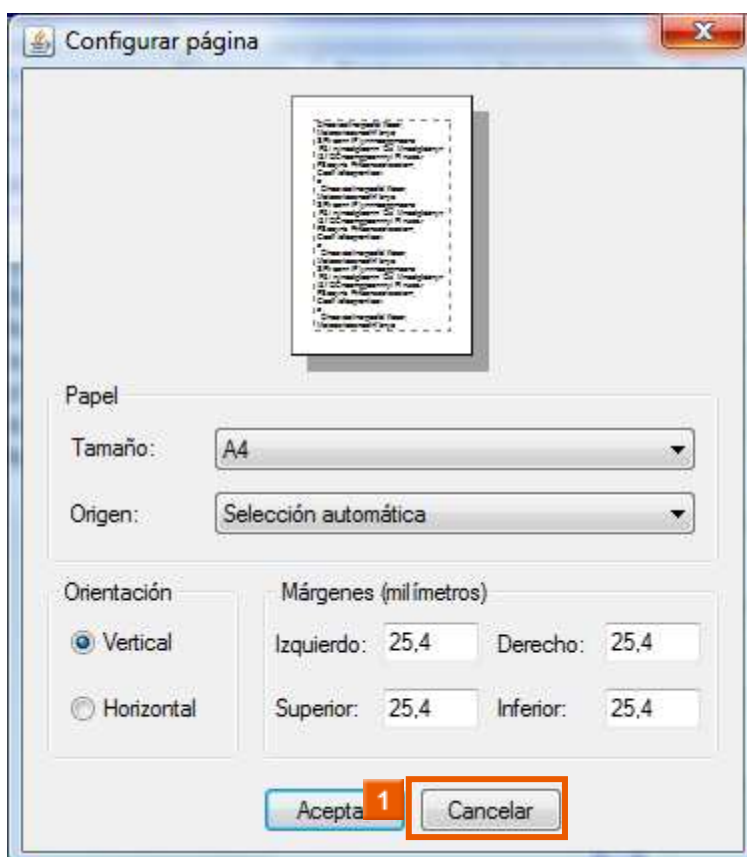


- » **1** Haga clic con el botón derecho del ratón en cualquier punto de la gráfica . Para imprimir la imagen haremos lo siguiente





» **1** Haga clic en el elemento de menú Print....



» **1** Haga clic en el icono **Cancelar**.

## 4 Fiabilidad del sistema (System Reliability)

Esta pestaña se utiliza para conocer el tiempo de vida aproximado que los componentes del sistema van a tener, así como el porcentaje de fallos de funcionamiento que podrán aparecer a lo largo de los meses. Varias gráficas e informes son mostrados para ayudar a decidir que componente debería ser tenido en cuenta en primer lugar para su sustitución.

### 4.1 Calcular la fiabilidad de un componente

Se podrá seleccionar la función que más se ajusta a las características del componente y comprobar su fiabilidad a lo largo del tiempo.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation 1 System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

Reliability Function:

Function Parameters:

Use Time (Months)\*:

Use Percentage (%)\*:

*\*It's not obligatory to fill this field.*

Save Evaluate

- » 1 Haga clic en la pestaña System's Reliability.
- » 2 Haga clic en el componente que se quiere analizar

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

Reliability Function:

1

2

Exponential Distribution

Gamma Distribution

Log-Normal Distribution

Normal Distribution

Weibull Distribution

Use Time (Months)\*:

Use Percentage (%)\*:

*\*It's not obligatory to fill this field.*

Save Evaluate

- » 1 Haga clic en el menú desplegable

- » 2 Elija la función de fiabilidad que desea y aparecerán en la lista inferior los parámetros correspondientes a dicha función. En este caso la función seleccionada será Gamma. En el caso de haber seleccionado una función anteriormente sobre el componente, estos datos se seleccionarán por defecto dando la opción al usuario de cambiarlos si es necesario.



EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis  
Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

Reliability Function:  
Gamma Distribution

Function Parameters:

Parameter	Value
Alpha	
Lambda	

Use Time (Months)\*:

Use Percentage (%)\*:

*\*It's not obligatory to fill this field.*

Save Evaluate

- » **1** Haciendo clic sobre la celda del parámetro se introducirá el valor correspondiente.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

Reliability Function:

Gamma Distribution

Function Parameters:

Parameter	Value
Alpha	0.05
Lambda	

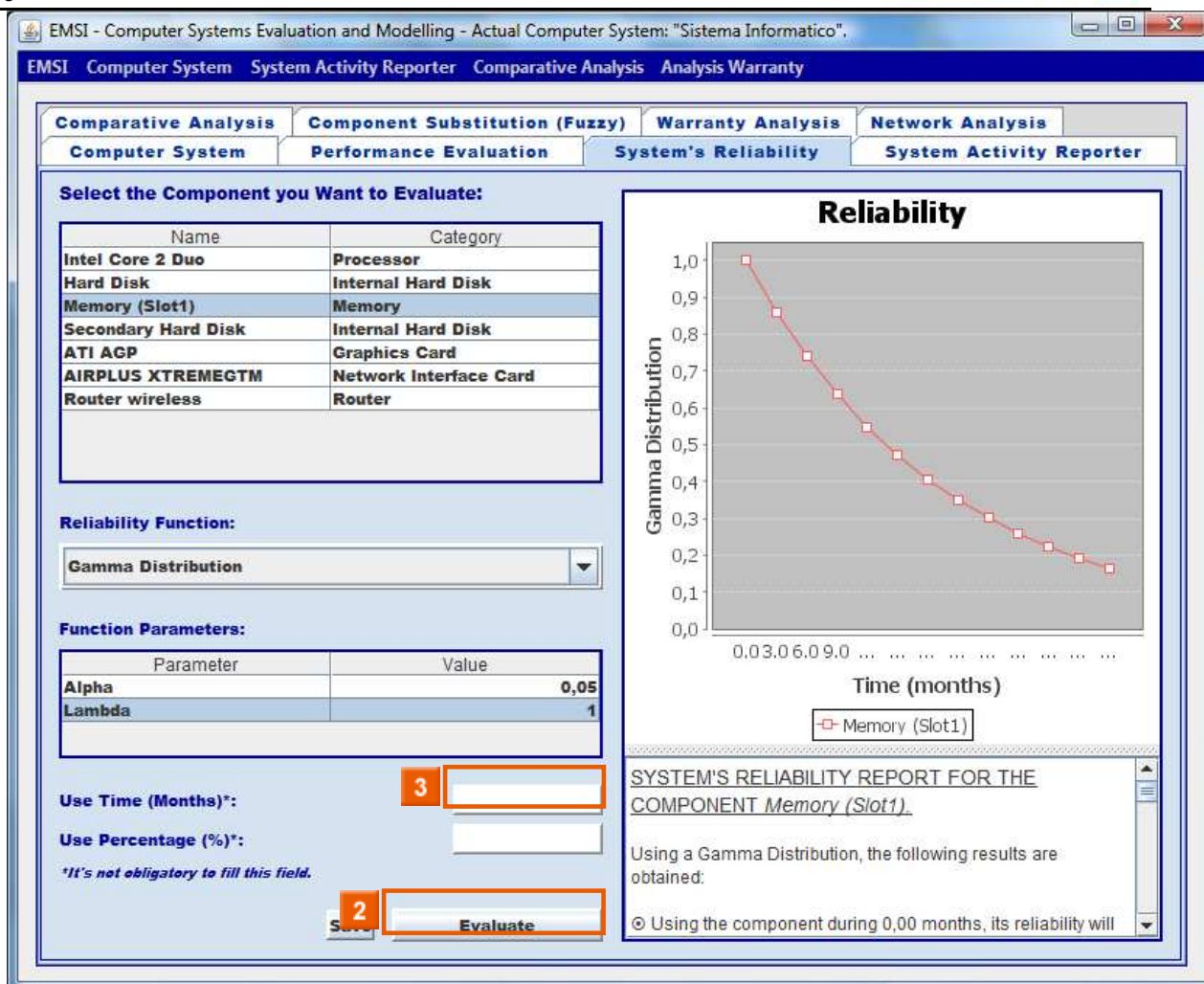
Use Time (Months)\*:

Use Percentage (%)\*:

*\*It's not obligatory to fill this field.*

Save Evaluate

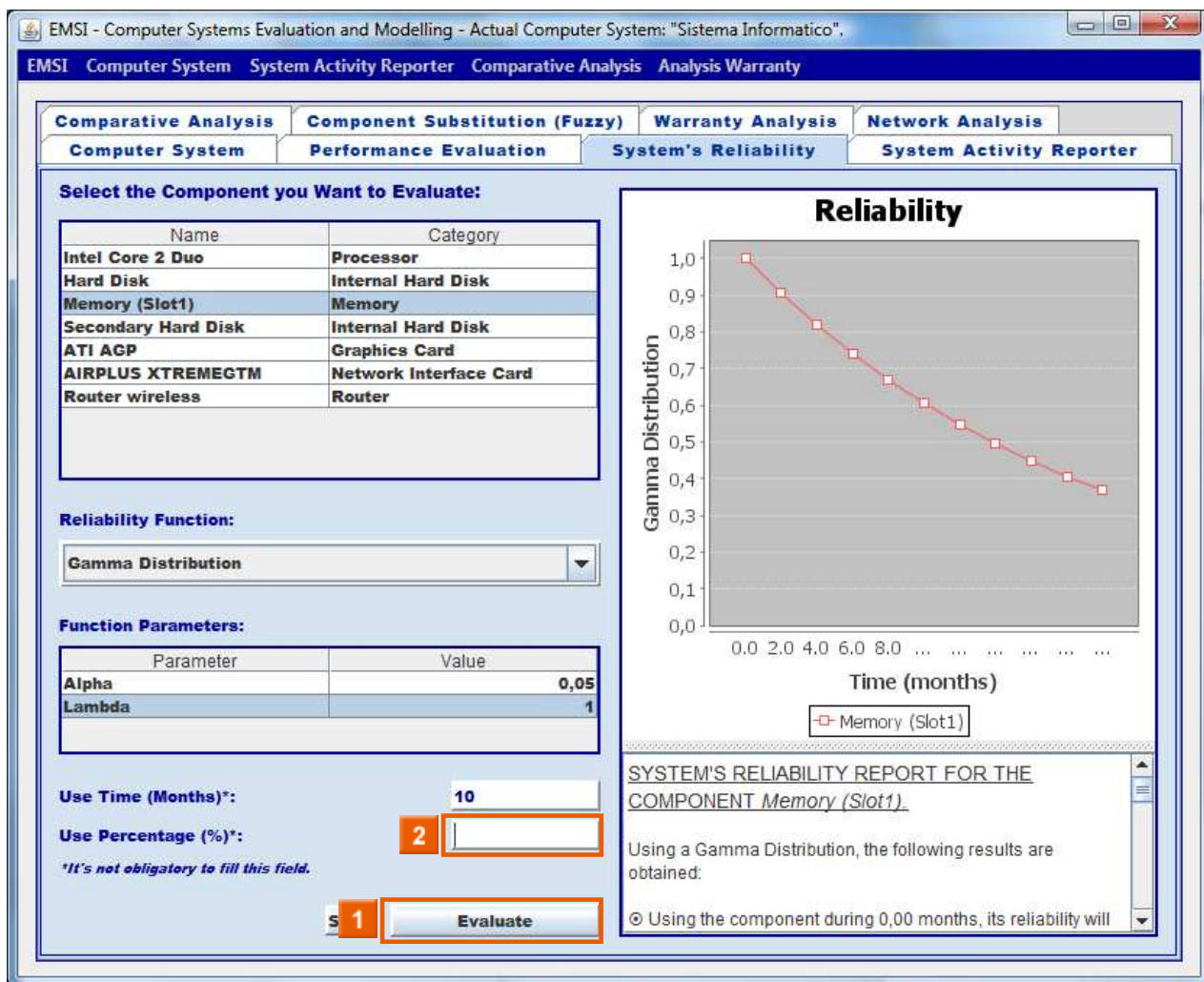
» 2 hacer clic en el resto de los parámetros



- » **1** En este caso se le dará al parámetro lambda el valor 1.
- » **2** Haga clic en el icono **Evaluate**.

Si el mes que se desea comprobar no se encuentra en la gráfica se puede centrar esta en el intervalo de tiempo que se desee.

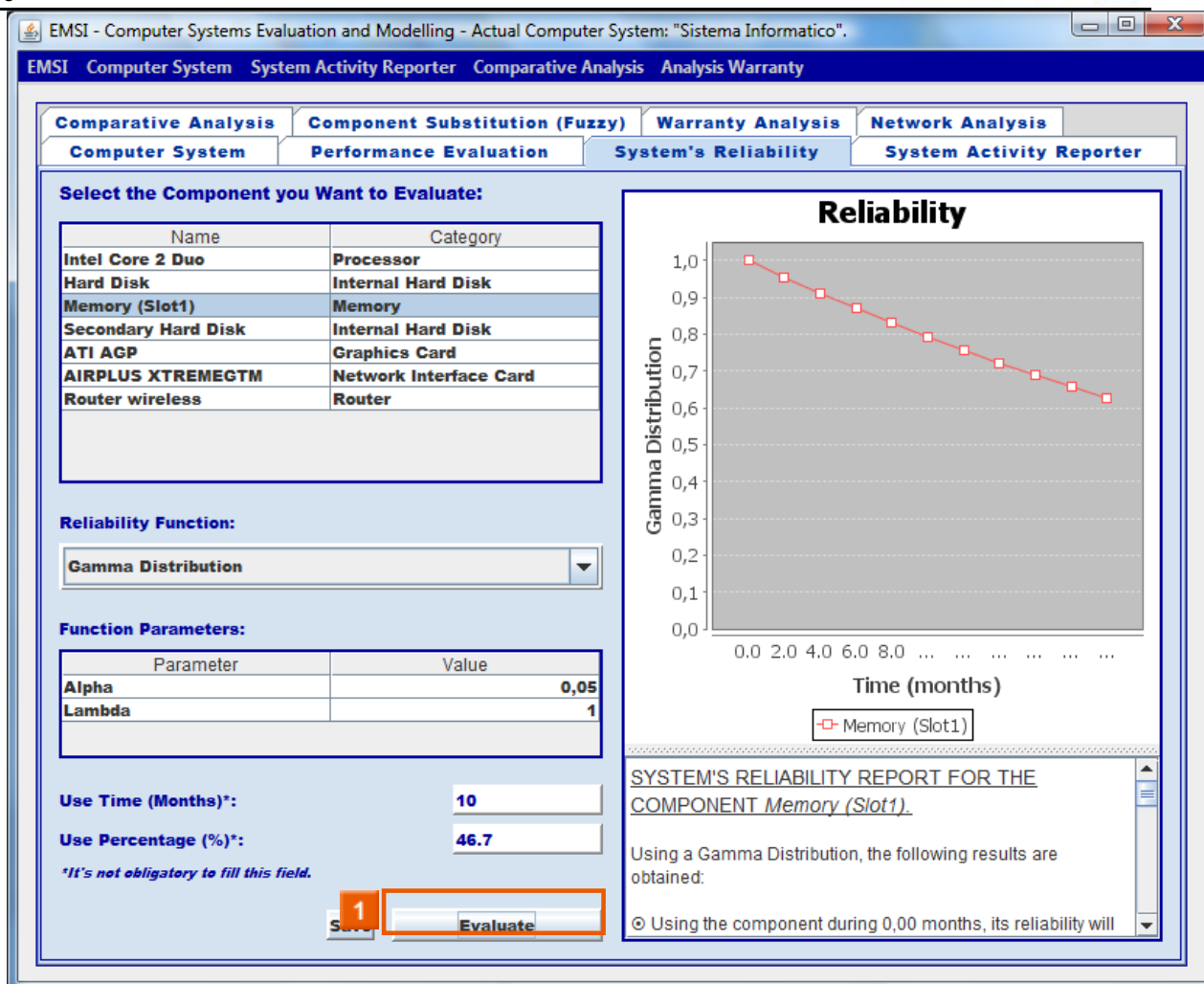
- » **3** Introduzca el número de meses que se desean estudiar.



» **1** Haga clic en el icono **Evaluate**.

Por defecto todos los caculos se hacen teniendo en cuenta un uso del 100% del componente, pero se puede elegir el porcentaje que se desee.

» **2** Introduzca el porcentaje de uso deseado , en este caso se introduce el 46,7

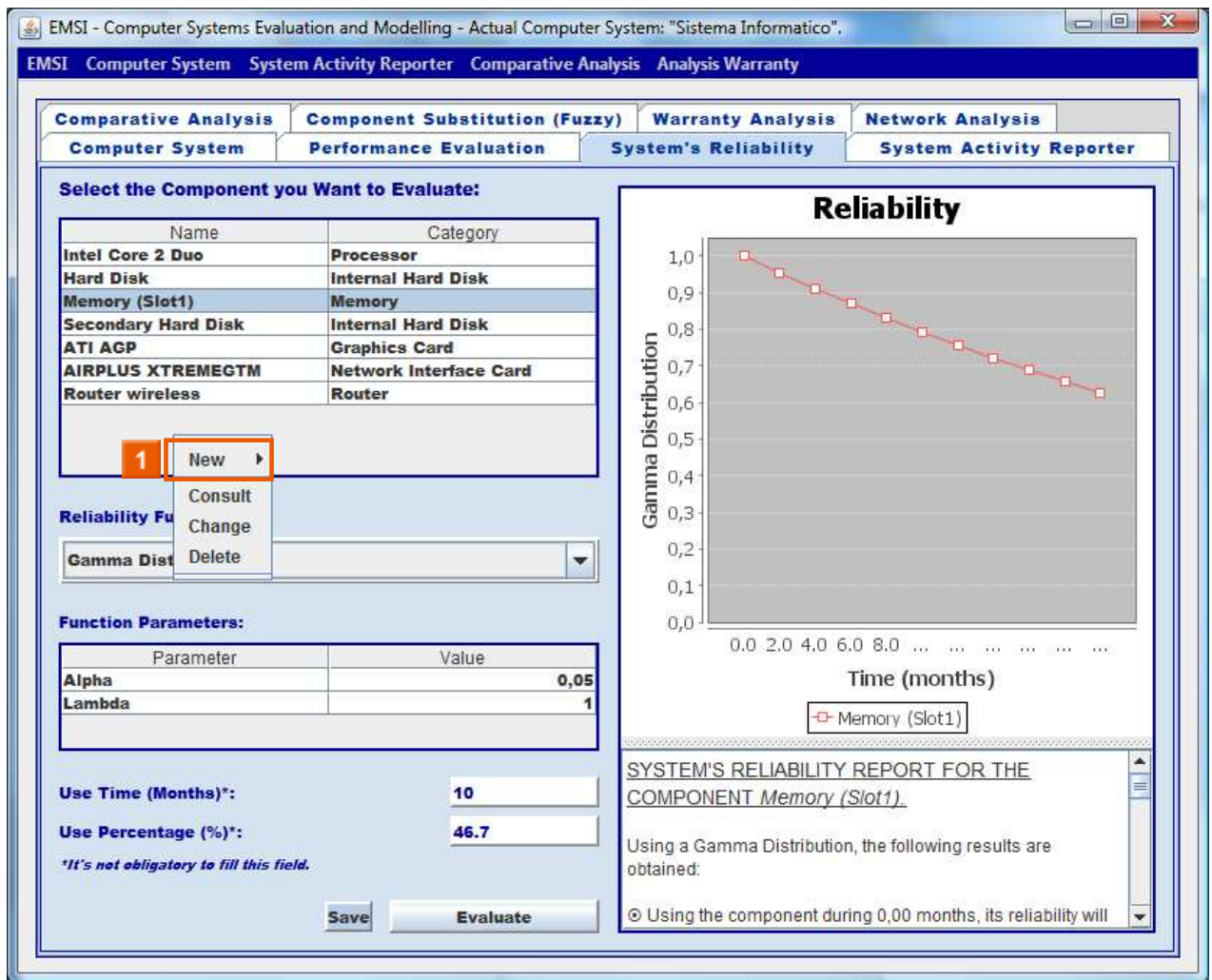


» 1 Haga clic en el icono Evaluate.

## 4.2 Otras opciones

A continuación se muestran otras opciones disponibles dentro de esta pestaña. Una de ellas es la posibilidad de añadir nuevos componentes sin tener que ir a la pestaña de Computer System,

» 1 Haga clic con el botón derecho en la tabla de componentes.



» **1** Haga clic en el elemento de menú New.

Otra de las opciones es poder guardar el sistema con los nuevos datos introducidos.



EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis  
 Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Select the Component you Want to Evaluate:

Name	Category
Intel Core 2 Duo	Processor
Hard Disk	Internal Hard Disk
Memory (Slot1)	Memory
Secondary Hard Disk	Internal Hard Disk
ATI AGP	Graphics Card
AIRPLUS XTREMEGTM	Network Interface Card
Router wireless	Router

Reliability Function:  
 Gamma Distribution

Function Parameters:

Parameter	Value
Alpha	0,05
Lambda	1

Use Time (Months)\*: 10  
 Use Percentage (%)\*: 46.7  
*\*It's not obligatory to fill this field.*

1 Save Evaluate

### Reliability

Time (months)	Gamma Distribution
0.0	1.00
2.0	0.95
4.0	0.90
6.0	0.85
8.0	0.80
10.0	0.75
12.0	0.70
14.0	0.65
16.0	0.60
18.0	0.55
20.0	0.50

SYSTEM'S RELIABILITY REPORT FOR THE COMPONENT *Memory (Slot1)*.

Using a Gamma Distribution, the following results are obtained:

© Using the component during 0,00 months, its reliability will

» 1 Haga clic en el icono Save.

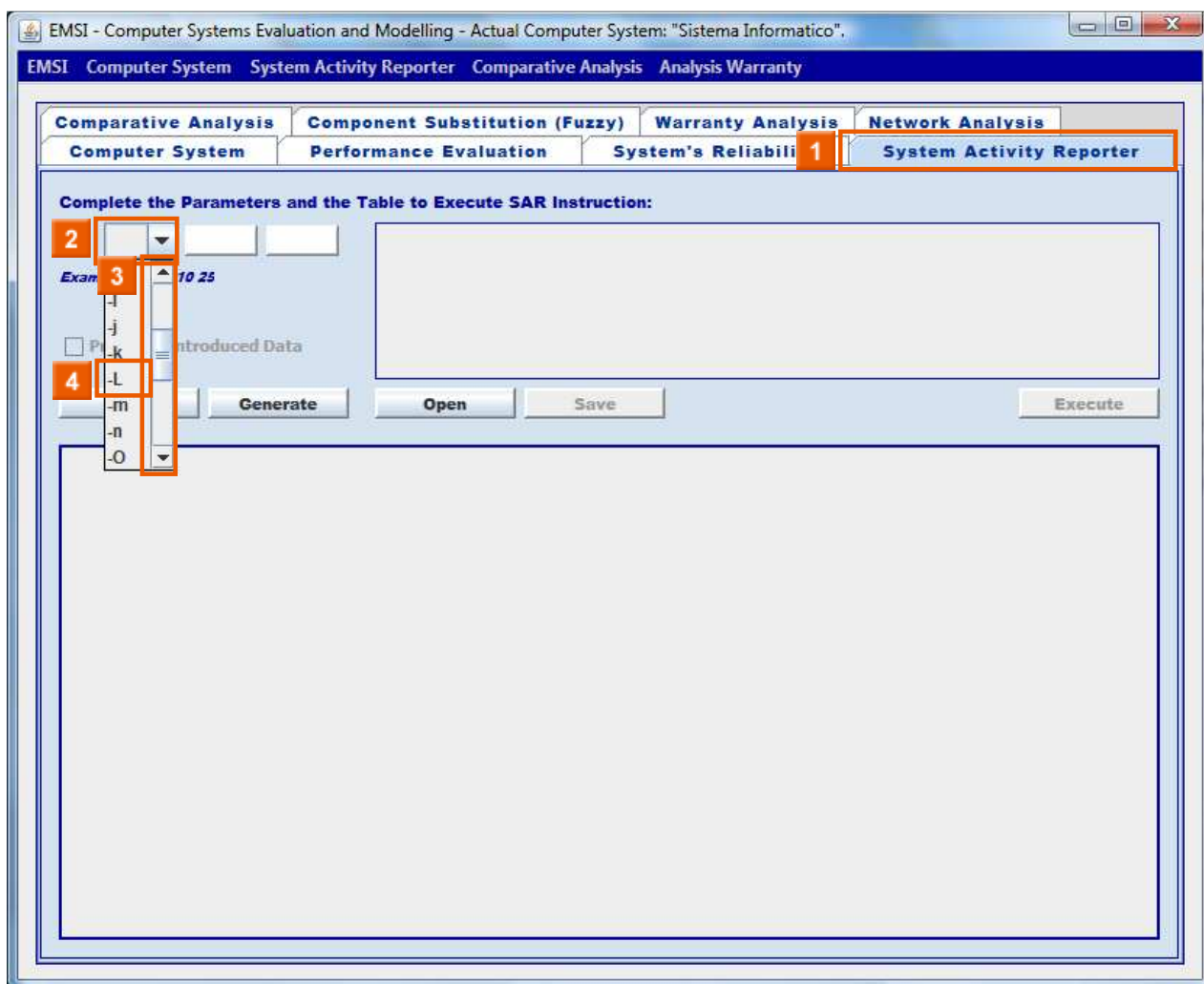



## 5 Información de la actividad del sistema (System Activity Reporter)

Esta pestaña permite introducir los datos obtenidos en la monitorización de un sistema real mediante la aplicación SAR y estudiar los resultados

### 5.1 Generar Tabla de datos de monitorización

.Por defecto, al arrancar la aplicación, al crear un nuevo sistema informático o al cargar uno ya existente, EMSI se prepara para que se puedan introducir los datos de monitorización y crear las gráficas correspondientes.



- » **2** Haga clic en el menú desplegable .
- »
- » **3** Haga clic en la barra de desplazamiento.

- » **4** Selecciona la métrica de monitorización deseada.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table to Execute SAR Instruction:

sar -L 1 20 2 2

Example: sar -a 10 25

☐ Preserve Introduced Data

time	sleep/s	usp-sl/s	ksp-sl/s	sp-acq/s
00:00:00				
00:00:20				

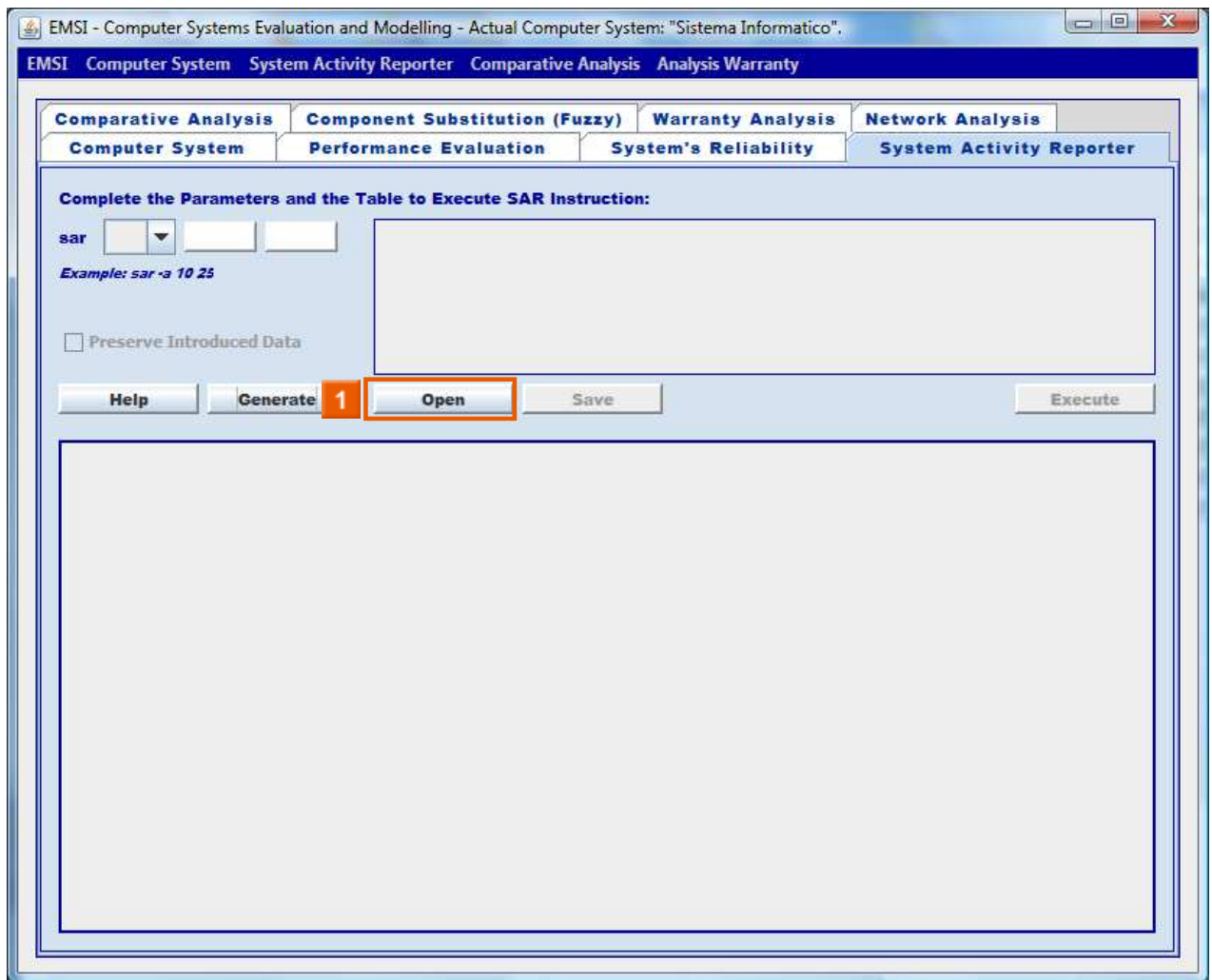
Help 3 Generate Open Save Execute

- » **1** Introduzca el **parámetro t**, este parámetro marca la diferencia de los tiempos entre cada una de las tomas de datos que se realizaron en la máquina de monitorizar. Es un entero positivo que representa los segundos de diferencia y preferiblemente debe ser igual o mayor a 5 para que la utilización de un monitor SAR en la máquina de referencia no influya en los datos obtenidos.
- » **2** Introduzca el **parámetro n**, este parámetro es el número de muestras de las que se dispone y que desea reflejar en la tabla de datos. Es un entero positivo opcional que, si no se rellena, tomará por defecto la unidad como valor.
- » **3** Haga clic en el icono **Generate**.

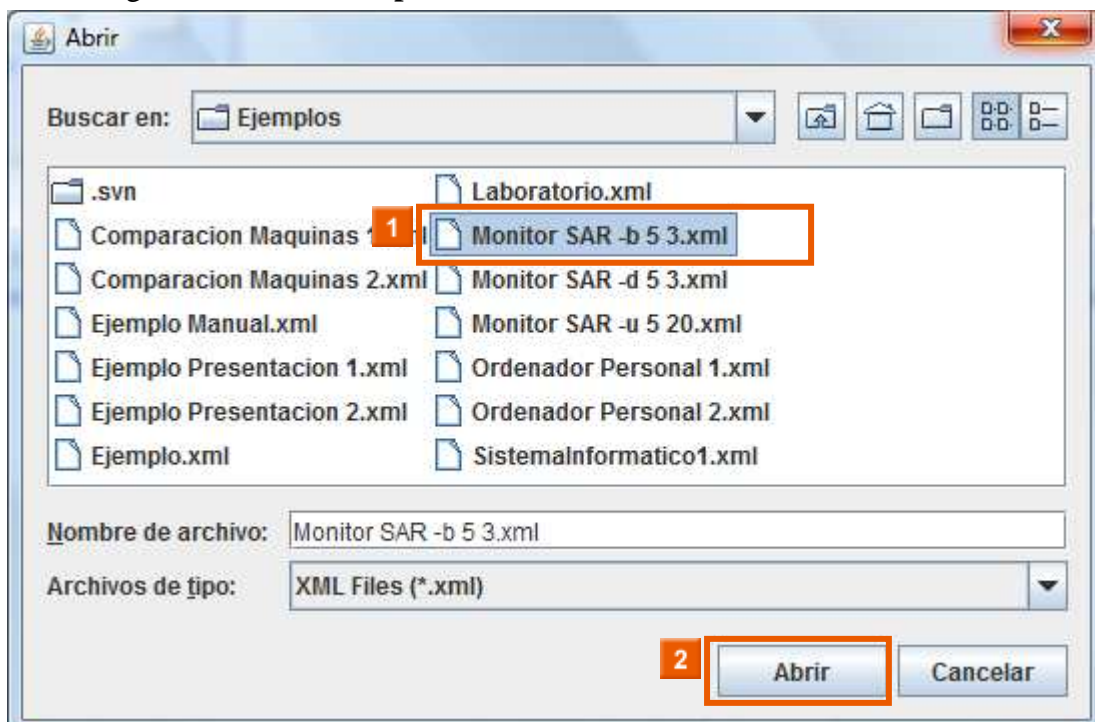
## 5.2 Cargar y ejecutar una monitorización

Dado el trabajo que supone introducir los datos cada vez que se quiere ejecutar, la aplicación permite la carga desde un archivo ".xml". También permite guardar los datos modificados.

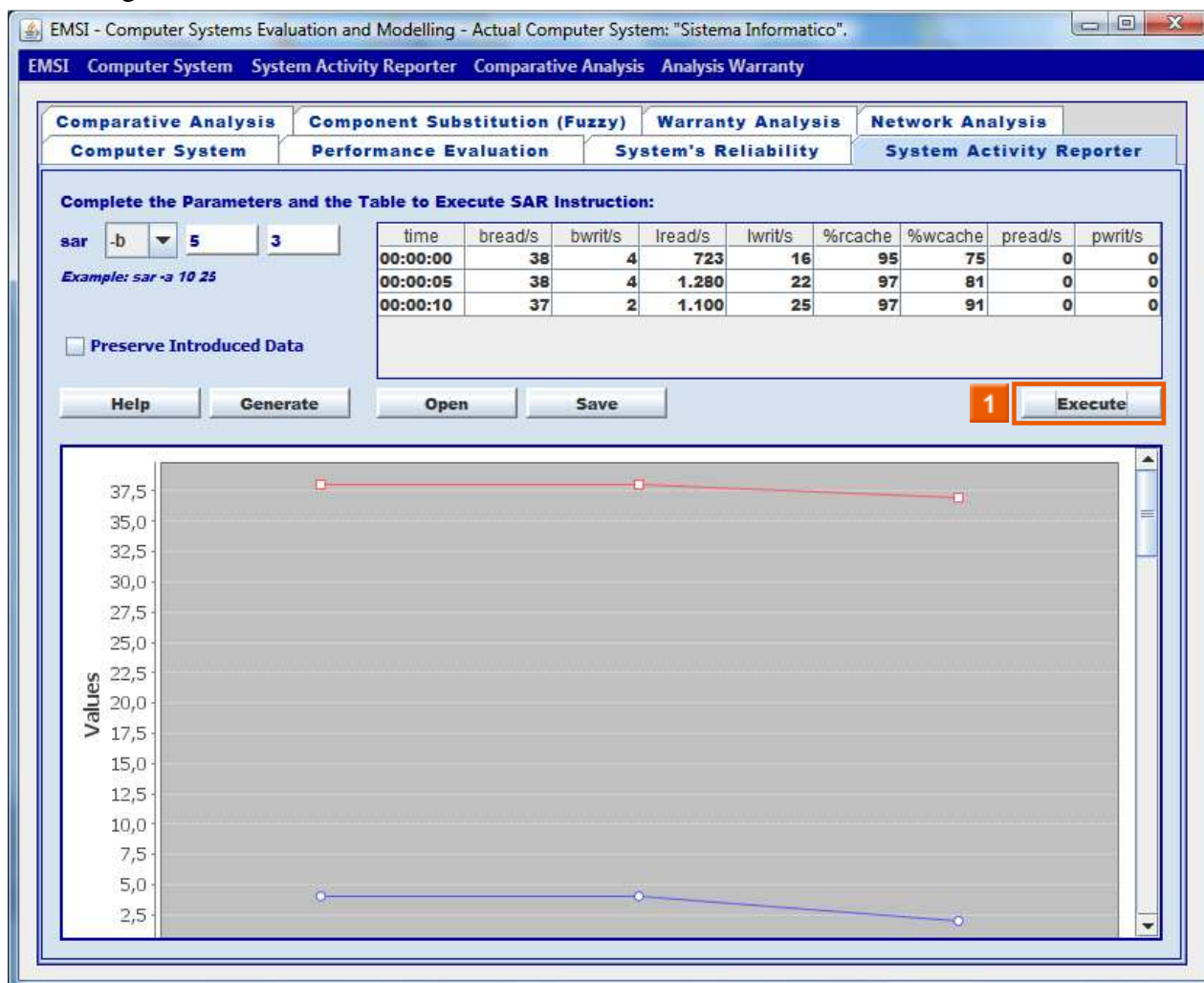
## ANEXO 2



» **1** Haga clic en el icono Open.

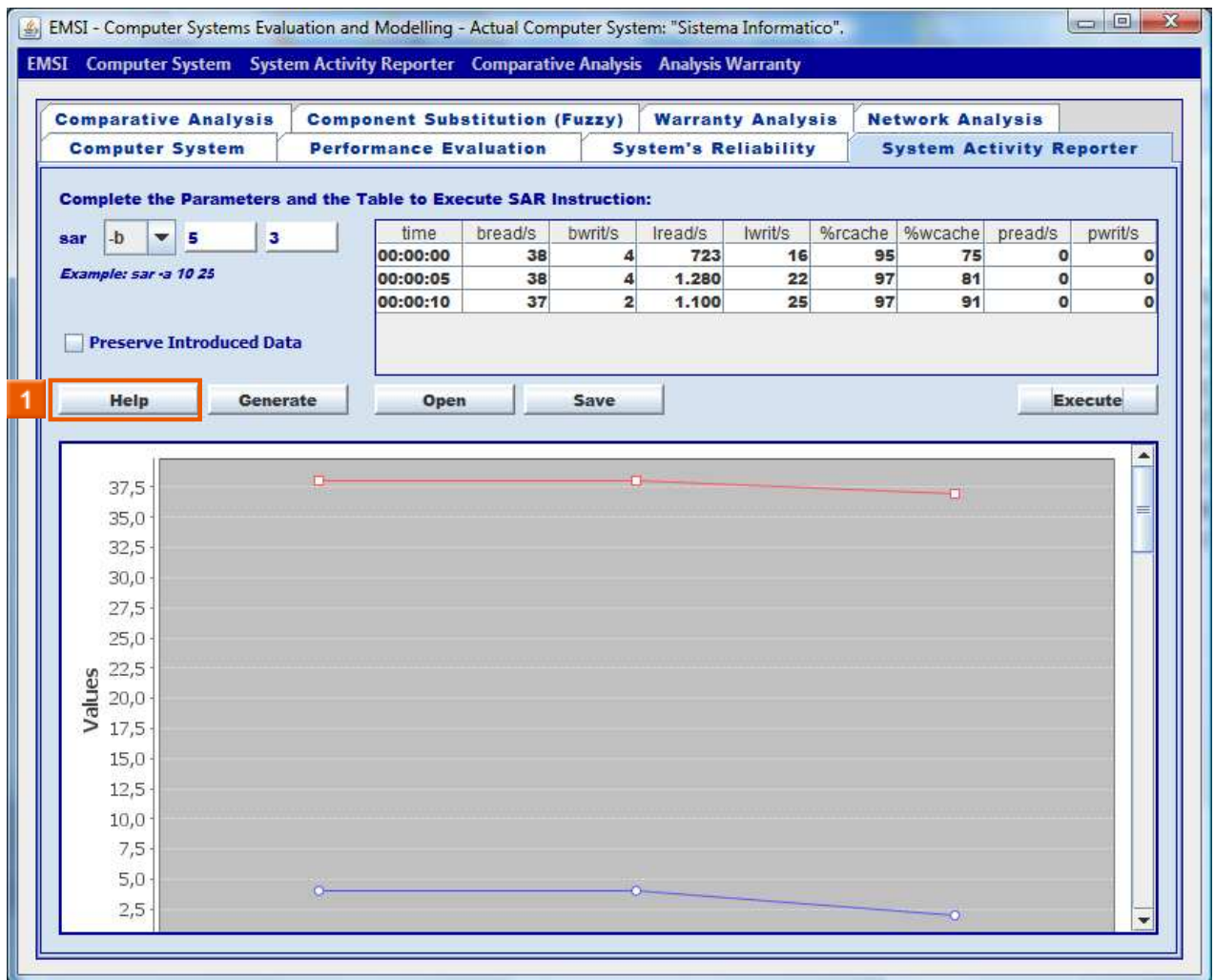


- » **1** Haga clic en el archivo que se quiera cargar.
- » **2** Haga clic en el icono Abrir.

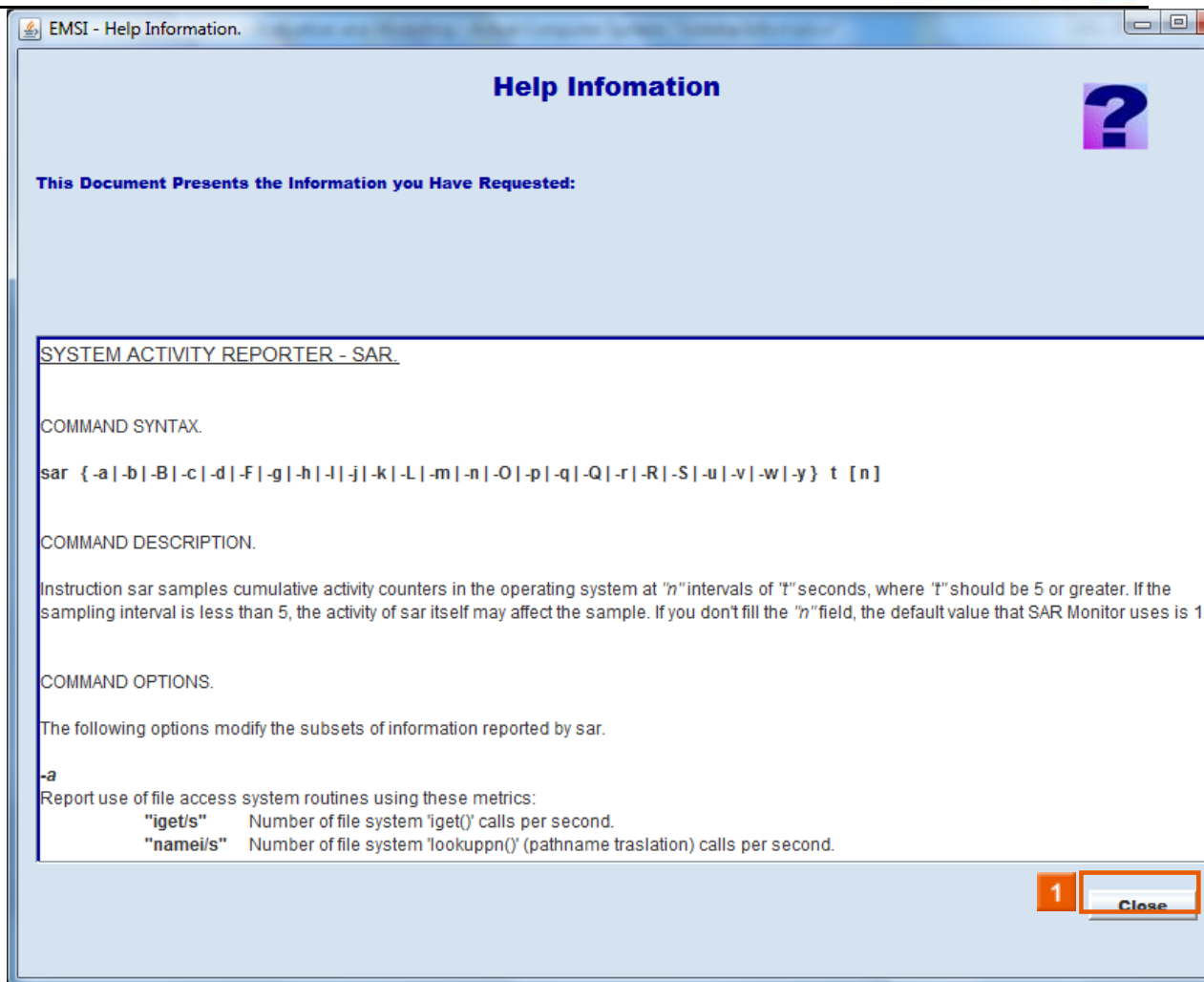


- » **1** Haga clic en el icono Execute.

### 5.3 Obtener información de los parámetros de monitorización



» 1 Haga clic en el icono Help.



» **1** Haga clic en el icono Close.



## 6 Análisis comparativo de sistemas (Comparative Analysis)

Antes de sustituir el ordenador que se posee, es conveniente comparar el rendimiento de las distintas alternativas de las que se dispone antes de tomar una decisión. Mediante esta pestaña se podrá evaluar cuál de ellas obtiene unos mejores resultados y por lo tanto es más conveniente.

### 6.1 Generar la tabla de datos de una comparación

En la tabla de datos se indicara la información que la aplicación utilizará para evaluar cuál de las opciones disponibles es la más óptima. Para la generación de esta tabla se deben seguir los siguientes pasos.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

1 **Comparative Analysis** Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Data and the Table to Compare Computers: E.T -> Execution Time (in seconds)

Number of Programs 2 5

Number of Systems 3 3

5 ☒ Preserve Introduced Data

4 **Generate** Open Save Execute Optimistic degree ☐ Uncertainty ☐

Program Nam...	Program Weig...	Reference Sys...	System1 (E.T)	System2 (E.T)	System3 (E.T)
Program 1	0,2				
Program 2	0,2				
Program 3	0,2				
Program 4	0,2				
Program 5	0,2				

- » 1 Haga clic en la pestaña **Comparative Analysis**.
- » 2 Introduzca el número de programas de referencia que se han ejecutado para evaluar el tiempo que tardan en cada máquina. Se debe introducir un entero positivo, en este caso se introduce un 5.



- » **3** Introduzca el número de máquinas de las que se disponen datos. Debe ser también un entero positivo. En este caso se introduce 3.
- » **4** Haga clic en el icono **Generate**.
- » **5** Haga clic en la casilla **Preserve Introduced Data**.

## 6.2 Cargar y ejecutar una comparación

La aplicación permite cargar una comparación previamente guardada en un archivo \*.xml para ello simplemente debemos seguir los siguientes pasos:

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Data and the Table to Compare Computers: E.T -> Execution Time (in seconds)

Number of Programs: 5

Number of Systems: 3

☒ Preserve Introduced Data

Program Nam...	Program Weig...	Reference Sys...	System1 (E.T)	System2 (E.T)	System3 (E.T)
Program 1	0,2				
Program 2	0,2				
Program 3	0,2				
Program 4	0,2				
Program 5	0,2				

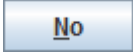
Generate **1** Open Save Execute Optimistic degree ☐ Uncertainty

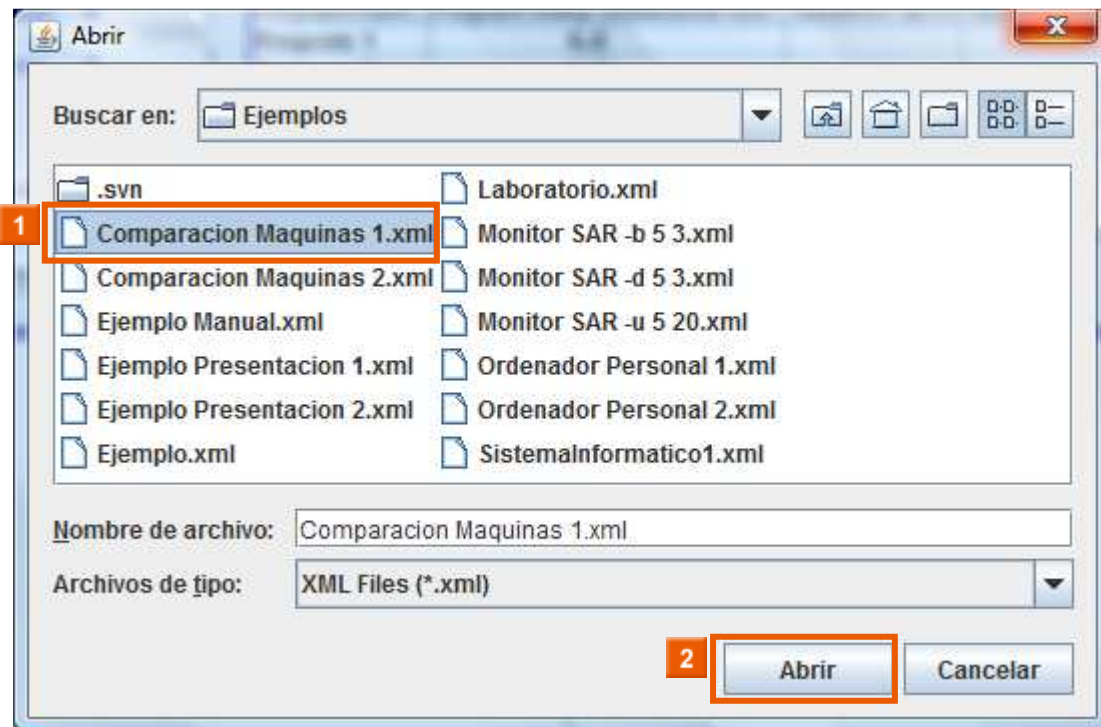
- » **1** Haga clic en el icono **Open**.

Open Comparative Analysis.

? Do you want to save Comparative Analysis changes before?

**1**

» **1** Haga clic en el icono .



» **1** Haga clic en **Comparación Maquinas 1.xml**.

» **2** Haga clic en el icono **Abrir**.

En el momento en que esté la tabla de datos perfectamente generada y los datos introducidos, se puede ejecutar.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Data and the Table to Compare Computers: E.T -> Execution Time (in seconds)

Number of Programs: 12  
Number of Systems: 4

☒ Preserve Introduced Data

Generate Open Save **1** Execute Optimistic degree ☐ Uncertainty

Program N...	Program W...	Reference ...	System1 (...)	System2 (...)	System3 (...)	System4 (...)
Program 1	0,08	1.400	141	170	136	134
Program 2	0,08	1.400	154	166	215	301
Program 3	0,08	1.100	96,8	94,2	146	201
Program 4	0,08	1.800	271	283	428	523
Program 5	0,08	1.000	83,8	90,1	77,4	81,2
Program 6	0,08	1.800	179	189	199	245
Program 7	0,08	1.000	133,7	134	87,7	75,5

**Average Normalized Values**

System... System... System... System...

■ Arithmetic average ■ Geometric average ■ Harmonic average

**Improvement(%) with respect to Reference Machine**

System1 (E.T) System2 (E.T) System3 (E.T)  
System4 (E.T)

**REPORT OF COMPARATIVE ANALYSIS.**

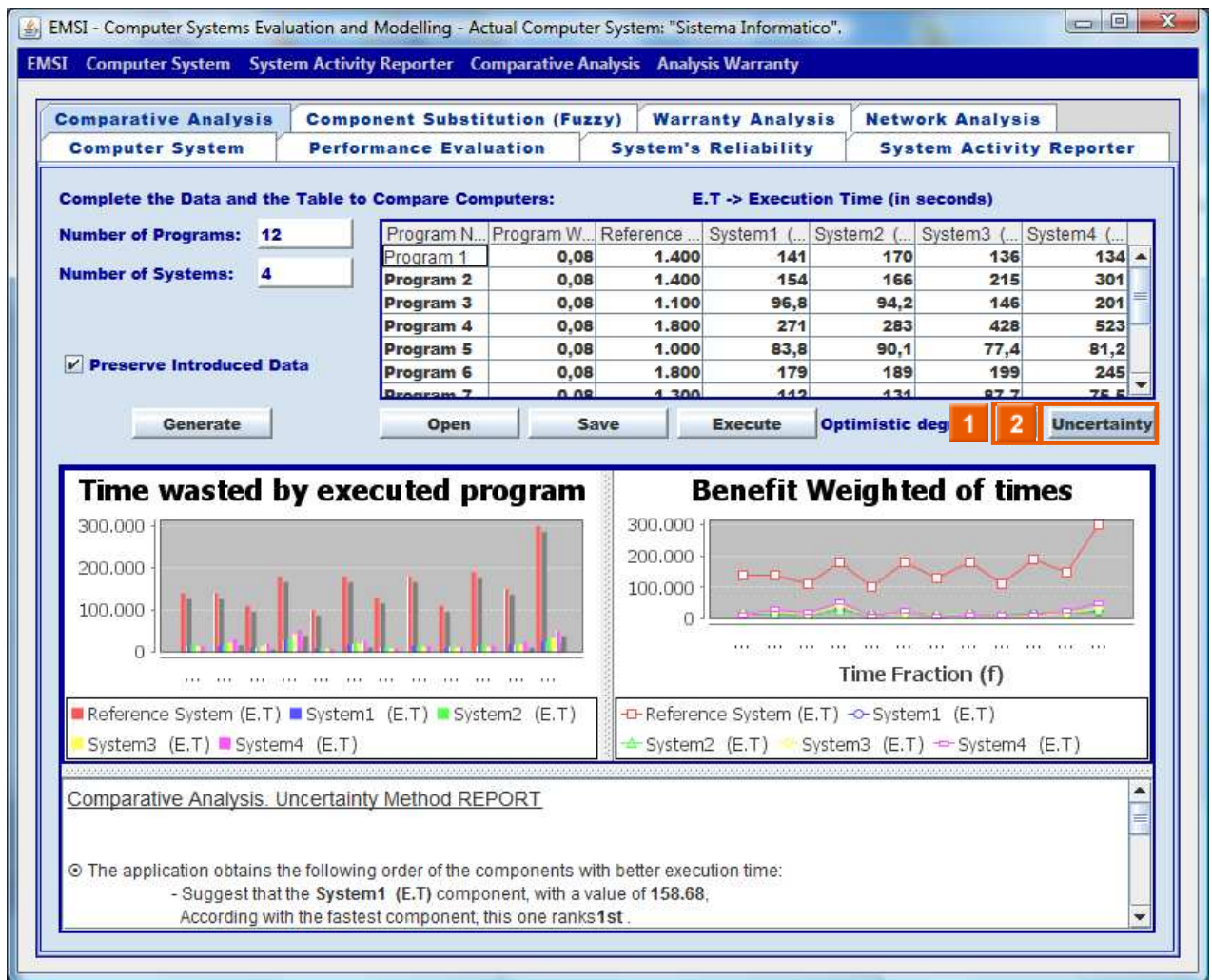
Calculating a **Student T distribution** and using introduced execution times for all systems, we obtain the following deductions:

© **System1 (E.T)** is faster than Reference System (E.T). I.e.,  $19100,00 / 1831,10 = 10,43$  (943,09%) times faster executing test programs.

» **1** Haga clic en el icono Execute.

### 6.3 Ejecutar comparación bajo incertidumbre

Esta pestaña también proporciona la opción de hacer una comparación bajo incertidumbre en base a un parámetro que describe el grado de optimismo y que debe pertenecer al intervalo [0..1] siendo 1 el nivel máximo de optimismo.



- » **1** Introduzca el nivel de optimismo , en este caso se introducirá un nivel medio de 0.6.
- » **2** Haga clic en el icono **Uncertainty**.

## 7 Sustitución de componentes usando lógica difusa (Component substitution Fuzzy)

Cuando se quiere sustituir un componente del sistema conviene saber con cuál de los existentes se puede obtener una mejora más significativa. Esta pestaña ayuda a la toma de esta decisión, mostrando el orden estimado en que deberían ser reemplazados los componentes teniendo en cuenta la maximización de los beneficios de fiabilidad o rendimiento.

### 7.1 Paso 1

En este primer paso se debe rellenar los datos de cada componente que se utilizarán posteriormente en la toma de decisiones.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis 1 Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Check the Data from the Table and Complete Empty Cells with Correct Values:

Name	Category	Use Time (Months)	Use Percentage (%)	Reliability Function	Alternative Improve (%)
Intel Core 2 Duo	Processor	2		25 Exponential Distri...	0
Hard Disk	Internal Hard Disk			60,5 Normal Distribution	0
Memory (Slot1)	Memory			14,5 Gamma Distribution	0

<<< Previous Step Next Step >>>

- » 1 Haga clic en la pestaña Component Substitution (Fuzzy).
- » 2 Haga clic en la celda de "Reliability Function" y seleccione la distribución



## ANEXO 2

deseada de la lista desplegable.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Check the Data from the Table and Complete Empty Cells with Correct Values:

Name	Category	Use Time (Months)	Use Percentage (%)	Reliability Function	Alternative Improve (%)
Intel Core 2 Duo	Processor	23	25	Exponential Distri...	20
Hard Disk	Internal Hard Disk	50	60,5	Normal Distribution	50
Memory (Slot1)	Memory	60	14,5	Log-Normal Distribution	5

<<< Previous Step

Next Step >>>

» **1** En este caso se seleccionará la distribución Log-Normal

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Check the Data from the Table and Complete Empty Cells with Correct Values:

Name	Category	Use Time (Months)	Use Percentage (%)	Reliability Function	Alternative Improve (%)
Intel Core 2 Duo	Processor	23	25	Exponential Distri...	20
Hard Disk	Internal Hard Disk	50	60,5	Normal Distribution	50
Memory (Slot1)	Memory	60	14,5	Gamma Distribui...	5

1

Exponential Distribution  
Gamma Distribution  
Log-Normal Distribution  
Normal Distribution  
Weibull Distribution

<<< Previous Step Next Step >>>

» 1 Haga clic en **Log-Normal Distribution**.



EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Complete Function Parameters for All Components for Each Kind of Statistics Distribution:**

Name	Category	Reliability Function	Lambda
Intel Core 2 Duo	Processor	Exponential Distribution	0,1

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Memory (Slot1)	Memory	Log-Normal Distribution		

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Hard Disk	Internal Hard Disk	Normal Distribution	30	0,05

<<< Previous Step 1 Next Step >>>

» **1** Haga clic en el icono Next Step >>>.

## 7.2 Paso 2

En este paso se indicará los parámetros que la aplicación utilizará para cada una de las funciones elegidas durante el primer paso.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Complete Function Parameters for All Components for Each Kind of Statistics Distribution:**

Name	Category	Reliability Function	Lambda
Intel Core 2 Duo	Processor	Exponential Distribution	0,1

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Memory (Slot1)	Memory	Log Normal Distribution		

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Hard Disk	Internal Hard Disk	Normal Distribution	30	0,05

<<< Previous Step Next Step >>>

» **1** Haga clic en la celda del primer parámetro

## ANEXO 2

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Complete Function Parameters for All Components for Each Kind of Statistics Distribution:**

Name	Category	Reliability Function	Lambda
Intel Core 2 Duo	Processor	Exponential Distribution	0,1

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Memory (Slot1)	Memory	Log-Normal Distribut	2	1

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Hard Disk	Internal Hard Disk	Normal Distribution	30	0,05

<<< Previous Step Next Step >>>

- » 1 Introduzca el valor deseado para el primer parámetro, en este caso 1.
- » 2 Haga clic en la celda del siguiente parámetro

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Complete Function Parameters for All Components for Each Kind of Statistics Distribution:**

Name	Category	Reliability Function	Lambda
Intel Core 2 Duo	Processor	Exponential Distribution	0,1

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Memory (Slot1)	Memory	Log-Normal Distribution	1	2

Name	Category	Reliability Function	Mu	Sigma
Hard Disk	Internal Hard Disk	Normal Distribution	30	0,05

<<< Previous Step

2 Next Step >>>

- » **1** Introduzca el valor deseado para el parámetro Sigma, en este caso un 2
- » **2** Haga clic en el icono Next Step >>>.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Results for Fiability and Performance Alternatives:**

Name	Category	Normalized Reliability Alternative	Normalized Performance Alterna...
Intel Core 2 Duo	Processor	0,563	0,2
Hard Disk	Internal Hard Disk	0,157	0,5
Memory (Slot1)	Memory	0,435	0,05

**Complete Weights for Each Alternative and Alpha Parameters:**

**Weights**

Reliability Alternative:

Performance Alternative:

**Alphas**

Reliability Alternative:

Performance Alternative:

<<< Previous Step Next Step >>>

### 7.3 Paso 3 y 4

En el paso 3 se podrán comprobar los datos normalizados de los cálculos que la aplicación lleva por el momento indicando y se deberá indicar su peso en la toma de decisiones.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Results for Fiability and Performance Alternatives:**

Name	Category	Normalized Reliability Alternative	Normalized Performance Alterna...
Intel Core 2 Duo	Processor	0,563	0,2
Hard Disk	Internal Hard Disk	0,157	0,5
Memory (Slot1)	Memory	0,435	0,05

**Complete Weights for Each Alternative and Alpha Parameters:**

**Weights**

Reliability Alternative: 1 0.6

Performance Alternative: 2 0.4

**Alphas**

Reliability Alternative: 3 0.3

Performance Alternative: 4 0.5

<<< Previous Step

5 Next Step >>>

- » Haga clic en el campo de entrada.
- » 1 Introduzca el peso de la alternativa de fiabilidad, en este caso 0.6
- » 2 Introduzca el peso de la alternativa de rendimiento, en este caso será 0.4 ya que la suma de los pesos debe sumar 1.
- » 3 Introduzca el valor de la separación de la alternativa de fiabilidad , en este caso 0.3
- » 4 Introduzca el valor de la separación de la alternativa de rendimiento, en el ejemplo 0.5
- » 5 Haga clic en el icono Next Step >>>.



## ANEXO 2

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Triangular Numbers for Reliability (Alpha = 0.3) and Performance (Alpha = 0.5) Alternatives:**

Name	Category	Reliability	Performance
Intel Core 2 Duo	Processor	(0.263, 0.563, 0.863)	(0.0, 0.2, 0.7)
Hard Disk	Internal Hard Disk	(0.0, 0.157, 0.457)	(0.0, 0.5, 1.0)
Memory (Slot1)	Memory	(0.135, 0.435, 0.735)	(0.0, 0.05, 0.55)

**Normalized Triangular Numbers for Reliability (Weight = 0.6) and Performance (Weight = 0.4) Alternatives:**

Name	Category	Reliability	Performance
Intel Core 2 Duo	Processor	(0.158, 0.338, 0.518)	(0.0, 0.08, 0.28)
Hard Disk	Internal Hard Disk	(0.0, 0.094, 0.274)	(0.0, 0.2, 0.4)
Memory (Slot1)	Memory	(0.081, 0.261, 0.441)	(0.0, 0.02, 0.22)

**Distances to Ideal Positive Solution ( $p^+ = (1.0, 1.0, 1.0)$ ):**

Name	Category	Reliability	Performance	Adding
Intel Core...	Processor	0,678	0,888	1,566
Hard Disk	Internal H...	0,885	0,816	1,701
Memory (...)	Memory	0,753	0,925	1,679

**Distances to Ideal Negative Solution ( $p^- = (0.0, 0.0, 0.0)$ ):**

Name	Category	Reliability	Performance	Adding
Intel Core...	Processor	0,368	0,168	0,536
Hard Disk	Internal H...	0,167	0,258	0,426
Memory (...)	Memory	0,3	0,128	0,427

<<< Previous Step

Next Step >>>

» **1** Haga clic en el icono Next Step >>>.



EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

**Results from Fuzzy MCDM Calculations and Decisions about Better and Worse Change:**

Name	Category	Distance to Ideal
Intel Core 2 Duo	Processor	0,243
Hard Disk	Internal Hard Disk	0,181
Memory (Slot1)	Memory	0,187

**FUZZY MCDM REPORT.**

- ⊙ Using a value for weight field of 0.6 and using a value for alpha field of 0.3 for **Reliability** alternative.
- ⊙ Using a value for weight field of 0.4 and using a value for alpha field of 0.5 for **Performance** alternative.
- ⊙ The application obtains the following order of component substitution:
  - Suggest that the **Hard Disk (Internal Hard Disk)** component, with a value of **0.181**, would be replaced in the **1st** place.
  - Suggest that the **Memory (Slot1) (Memory)** component, with a value of **0.187**, would be replaced in the **2nd** place.
  - Suggest that the **Intel Core 2 Duo (Processor)** component, with a value of **0.243**.

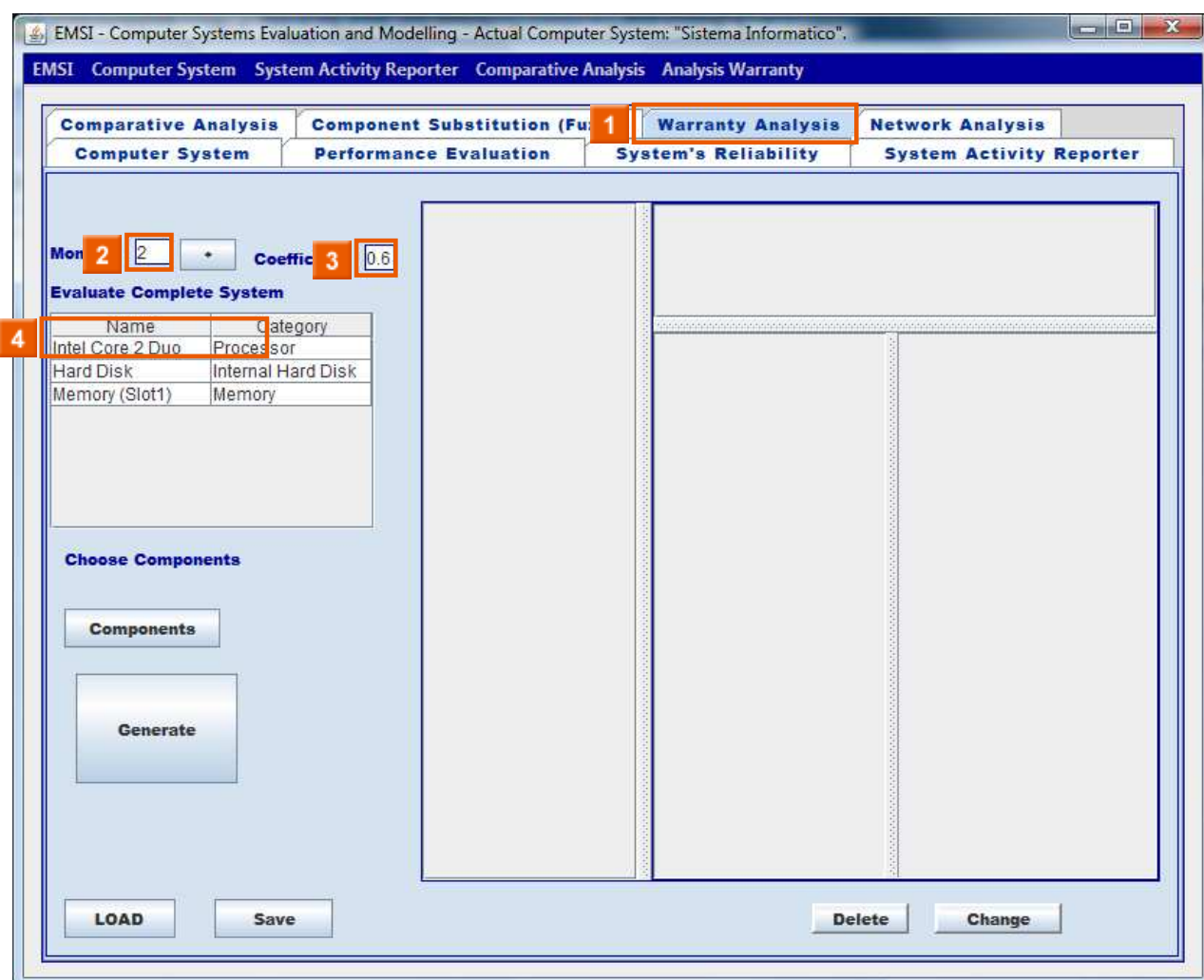
<<< Previous Step 1 Next Step >>>

## 8 Análisis de Garantías (Warranty Analysis)

Para completar el análisis de fiabilidad de los componentes se dispone de la pestaña de Análisis de Garantías, gracias a la cual, se podrán estimar otros aspectos de la fiabilidad del sistema o sus componentes, que están más enfocados a los fallos que ha habido en el pasado, durante su uso.

### 8.1 Análisis de las garantías de los componentes del sistema

Esta pestaña proporciona la funcionalidad de estudiar las garantías de los componentes de un sistema informático. Para ello, abrir un sistema informático, si no está abierto, y acceder a la pestaña de garantías.

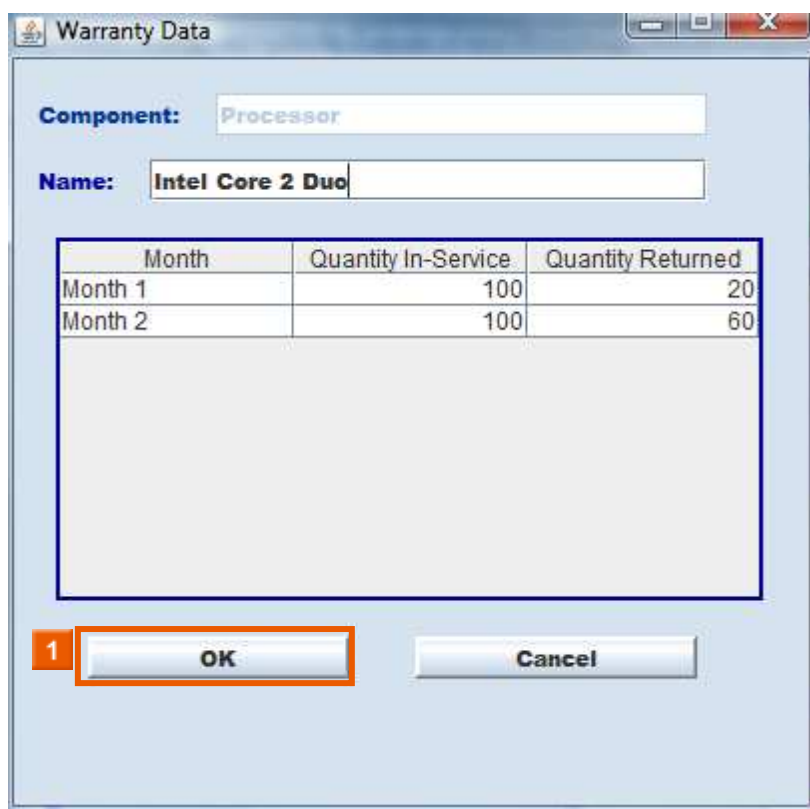


- » **1** Haga clic en la pestaña **Warranty Analysis**.
- » **2** Introducir en primer lugar el número inicial de meses para los que vamos a realizar el estudio.
- » **3** Introduzca un valor entre 0 y 1 para el coeficiente de optimismo, siendo 1 el más

optimista.

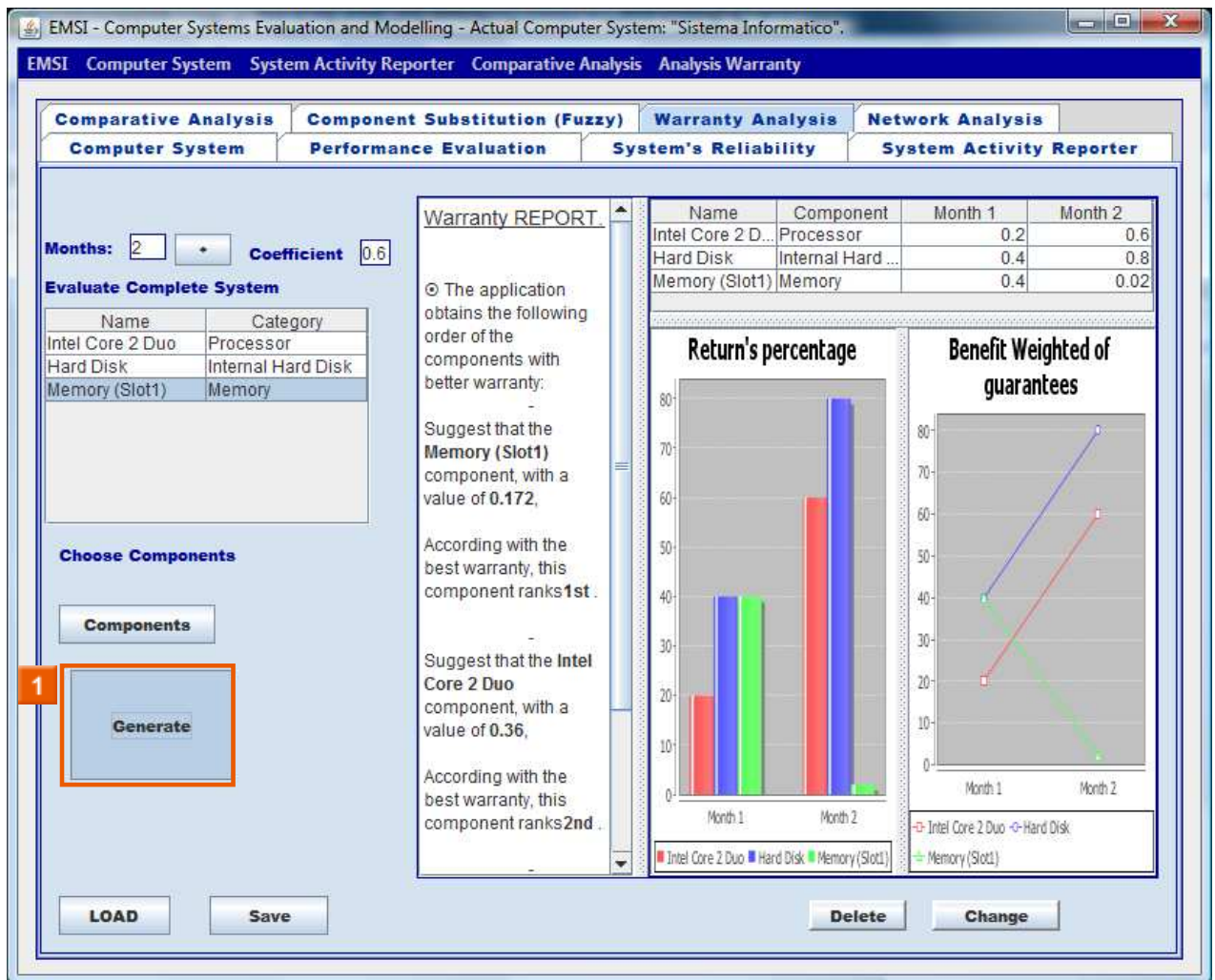
- » **4** Introduzca los valores de las garantías del componente, estos son, en la primera columna se introducirán el número de componentes de este tipo puestos en marcha, en la segunda columna el número de componentes devueltos debidos a algún fallo.

»

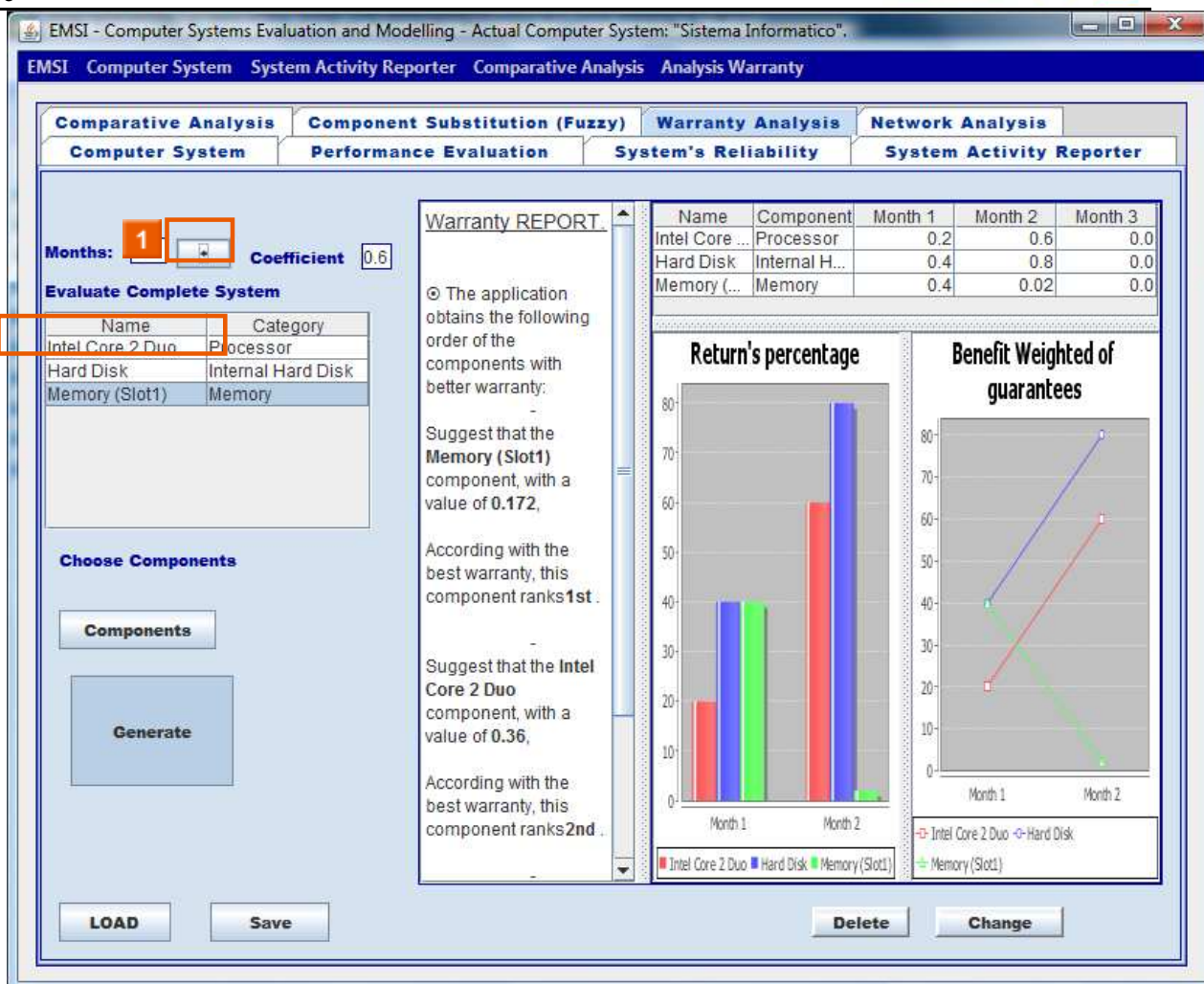


Month	Quantity In-Service	Quantity Returned
Month 1	100	20
Month 2	100	60

- » **1** Haga clic en el icono OK.



» 1 Haga clic en el icono Generate.



- » **1** Haga clic en el botón + para introducir un mes más de estudio para todos los componentes
- » **2** Haga clic sobre la tabla de los componentes del sistema, o sobre la tabla de garantías de cada componente, introduciendo los datos del nuevo periodo.

**Warranty Data**

**Component:** Processor

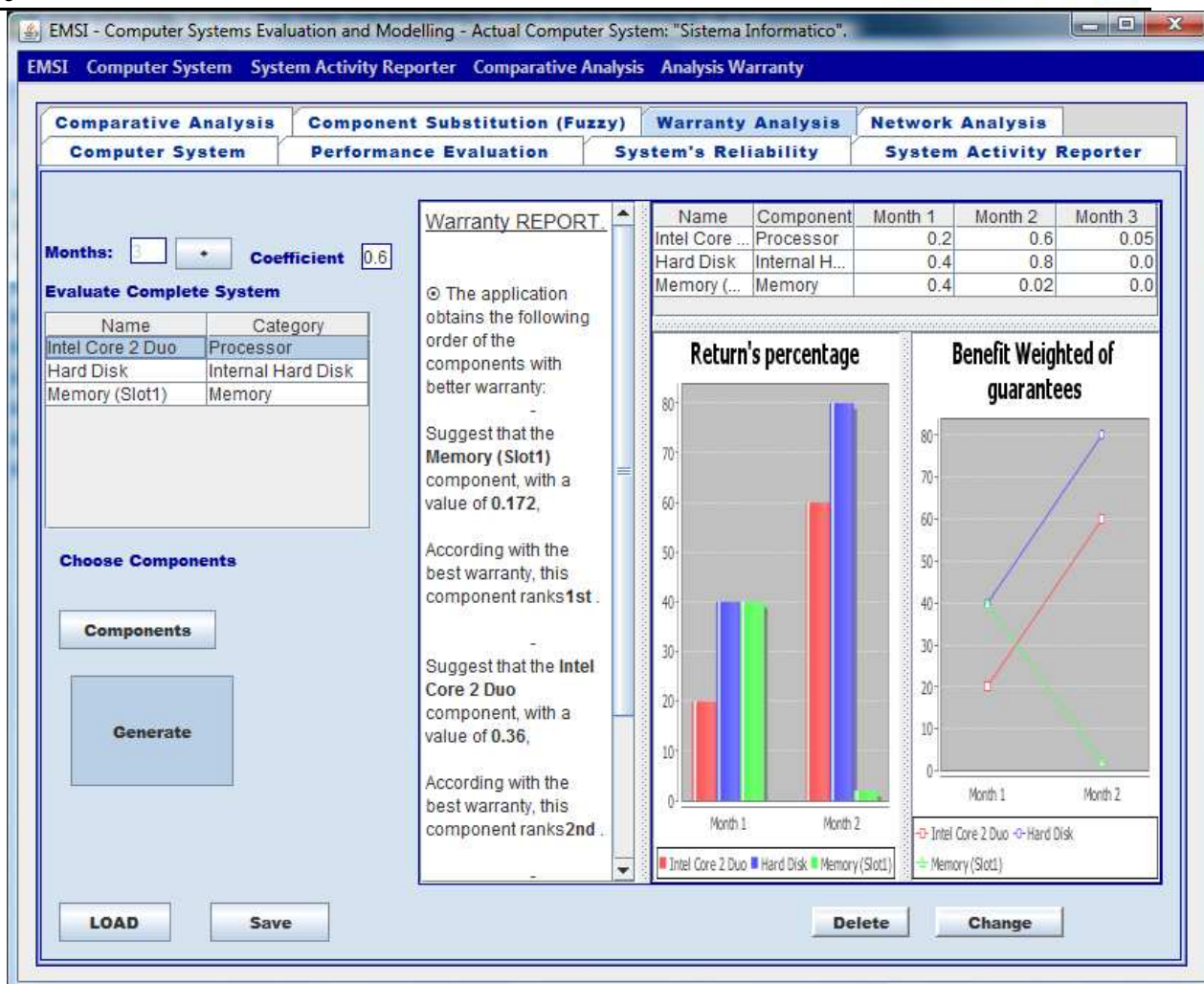
**Name:** Intel Core 2 Duo

Month	Quantity In-Service	Quantity Returned
Month 1	100	20
Month 2	100	60
1 Month 3	0	0

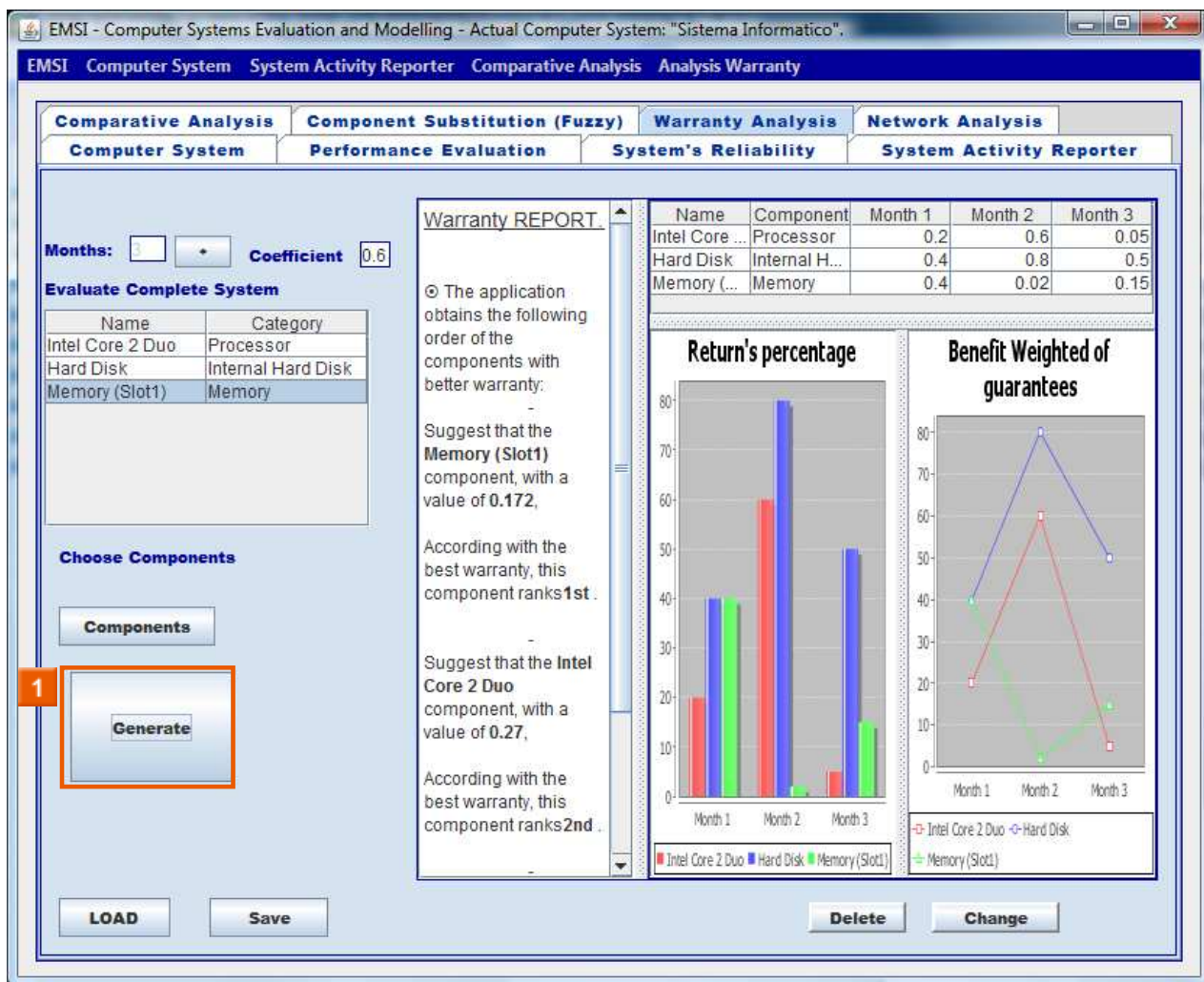
OK Cancel

- » **1** Haga clic en el mes nuevo que tendrá sus valores de garantías a 0.
- » **2** Introduzca un valor de puesta en marcha.
- » **3** haga clic en la celda de devolución
- » **4** Introduzca un valor menor o igual que el de la celda de puesta en marcha.
- » **5** Haga clic en el icono **OK**.







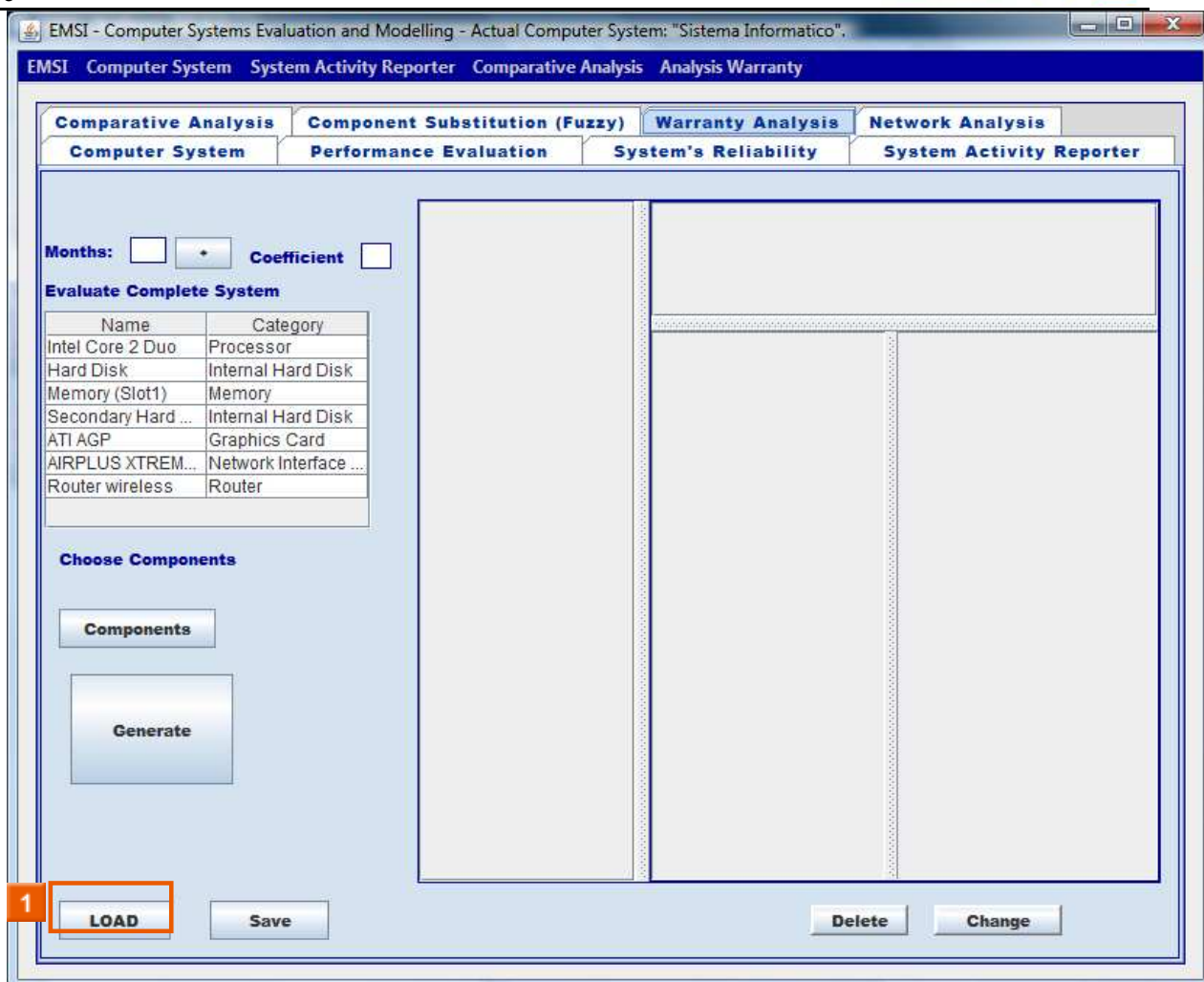


» **1** Haga clic en el icono **Generate**.

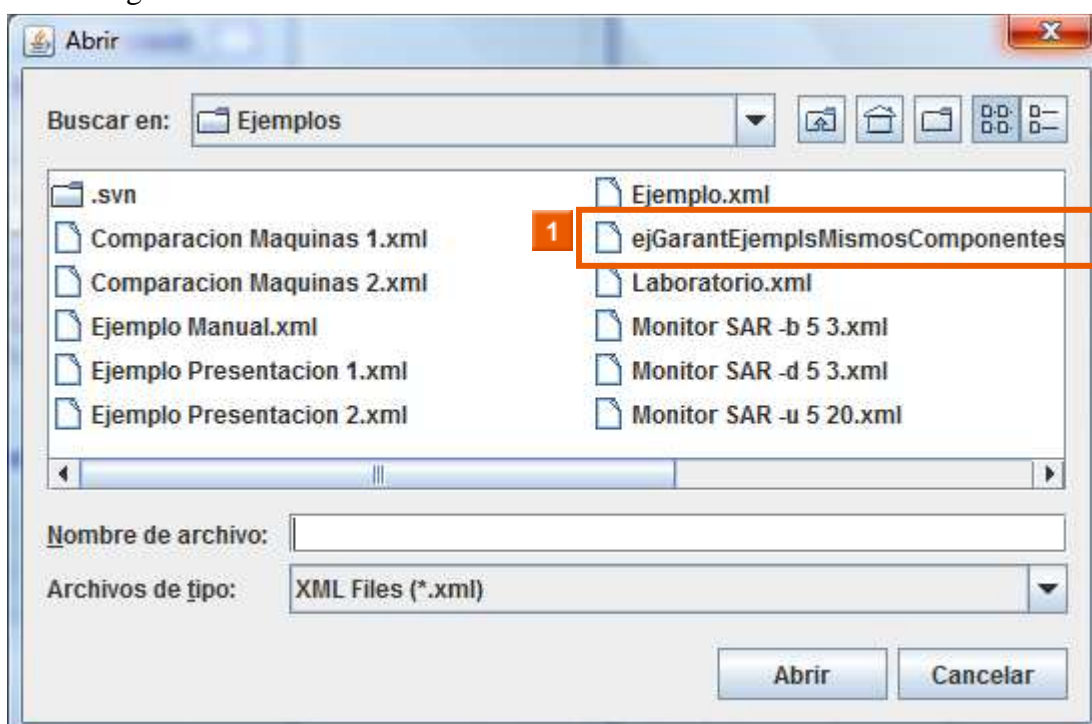
## 8.2 Comparación de componentes

Esta pestaña proporciona la opción de cargar un análisis de garantías anterior, guardado en su respectivo archivo \*.xml, y la opción de hacer una comparación de garantías de componentes de la misma categoría. Además se pueden añadir al estudio componentes del sistema.

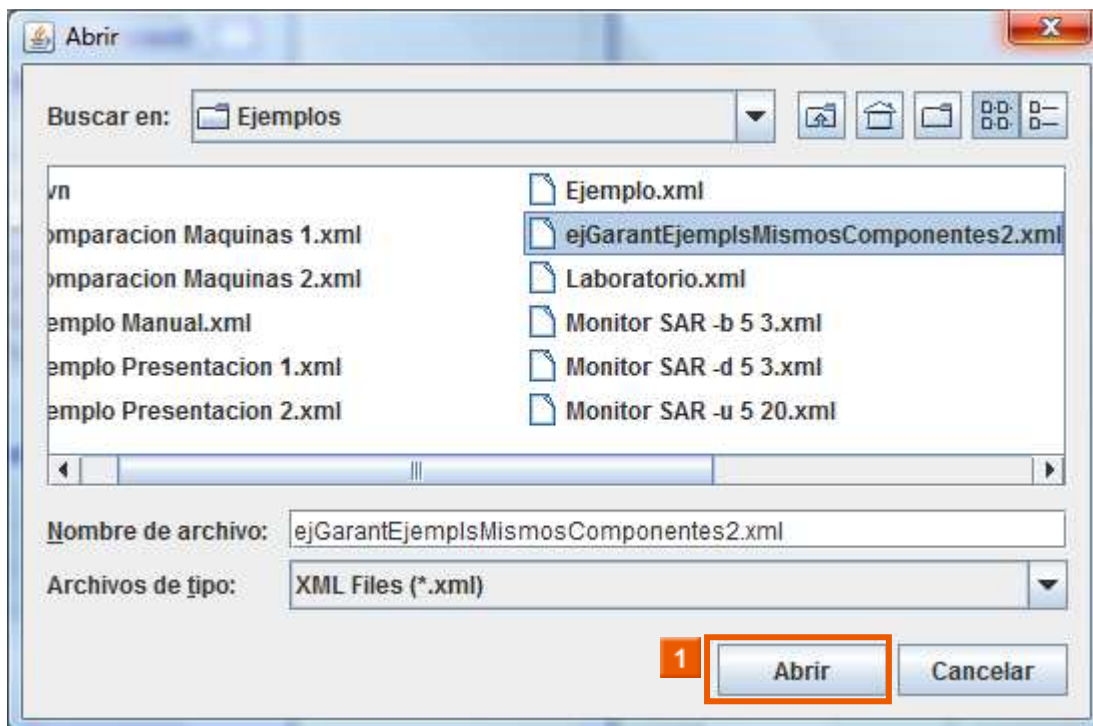
Para cargar un estudio de garantías se deben seguir los siguientes pasos.



» **1** Haga clic en el icono LOAD.

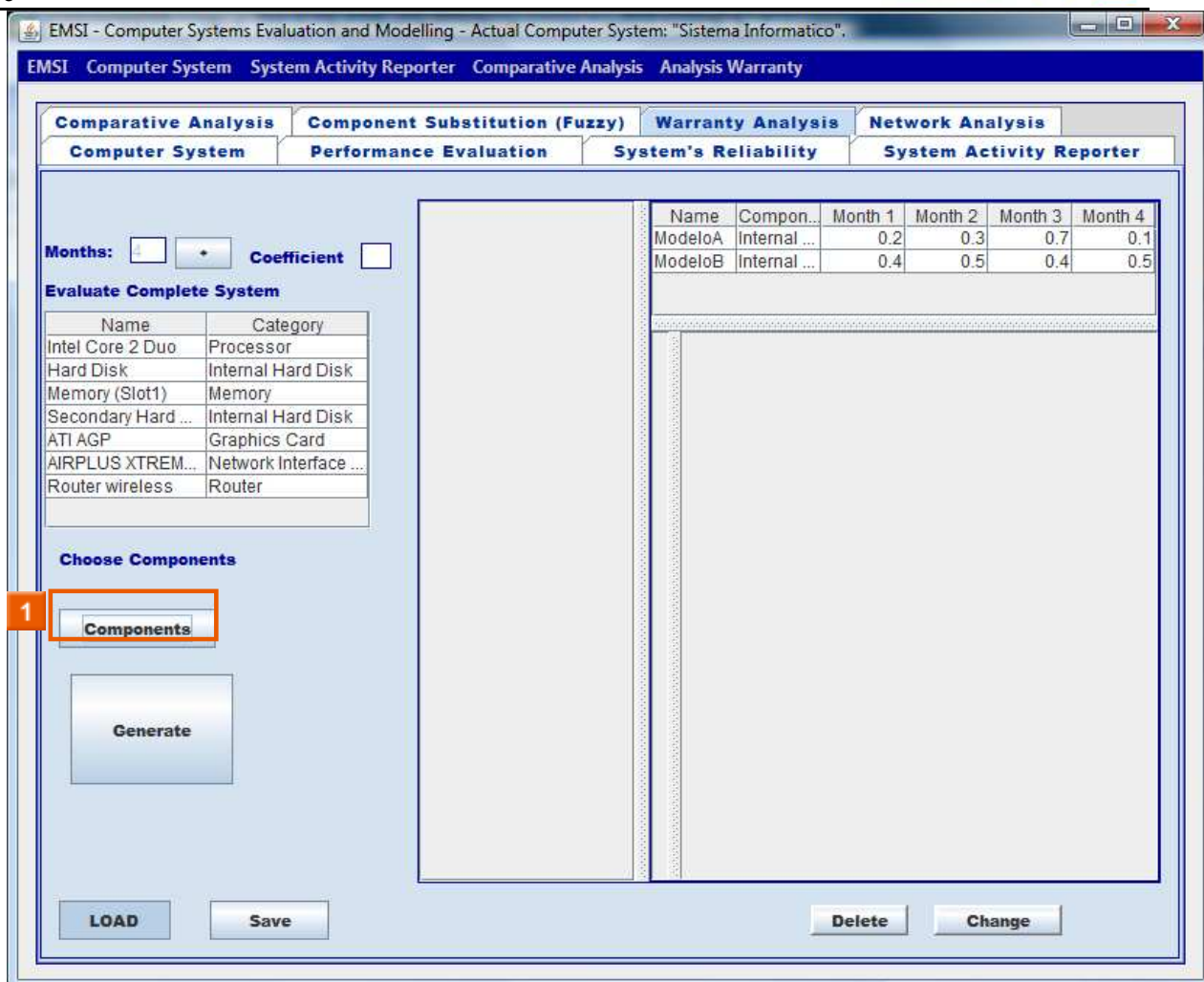


» **1** Seleccionar el archivo .xml deseado



» **1** Haga clic en el icono **Abrir**.

Ahora se mostrará la incorporación de un componente nuevo al estudio.



» **1** Haga clic en el icono Components.





» **1** Haga clic en el icono **Click here to add a new Internal Hard Disk..**

**Warranty Data**

**Component:** Internal Hard Disk

**Name:** ModeloC

Month	Quantity In-Service	Quantity Returned
Month 1		
Month 2		
Month 3		
Month 4		

**OK** **Cancel**

» **1** Introduzca el nombre del componente

» **2** Introduzca los valores de garantías del componente

**Warranty Data**

**Component:** Internal Hard Disk

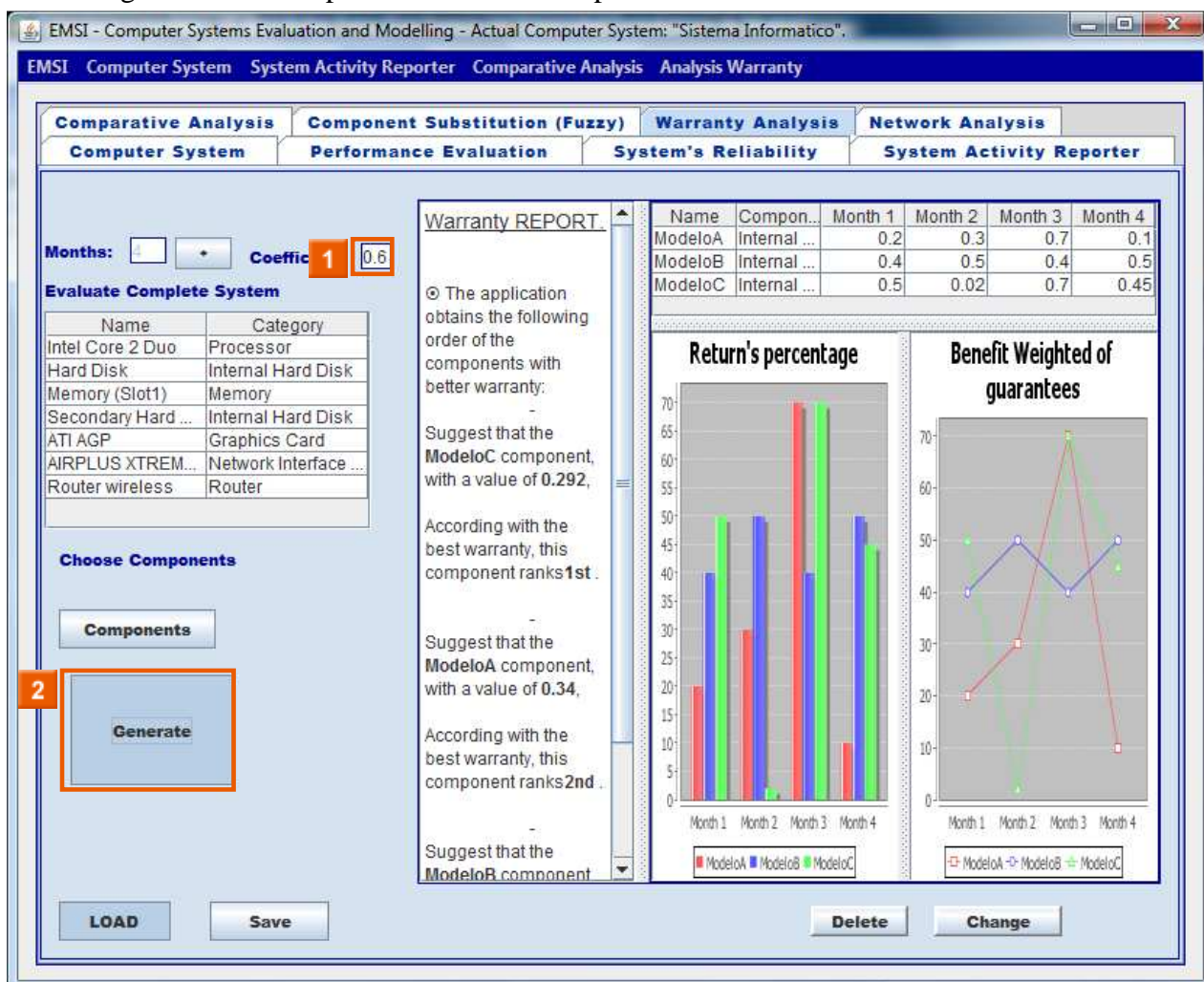
**Name:** ModeloC

Month	Quantity In-Service	Quantity Returned
Month 1	100	50
Month 2	100	2
Month 3	100	70
Month 4	100	45

**1** **OK** **Cancel**

» **1** Haga clic en el icono OK.

» **1** Haga clic en el campo de coeficiente de optimismo



» **1** Introduzca un valor en el campo dentro del rango [0..1], en este caso se introducirá un valor de optimismo medio, 0.6

» **2** Haga clic en el icono Generate.

## 9 Análisis de Redes (Network Analysis)

El estudio del análisis operacional del sistema, es otra parte importante del estudio del rendimiento. Mediante esta pestaña se podrá observar el comportamiento del sistema al considerarse como una red de componentes.

### 9.1 Análisis de redes abiertas

La primera de las dos opciones que ofrece la herramienta de Análisis de Redes es el estudio para redes abiertas.

- » **1** Haga clic en la pestaña **Network Analysis**.
- » **2** Haga clic en la tabla de datos y rellénela con la información requerida.
- » **3** Haga clic en el menú desplegable **Choose a network**.
- » **4** Haga clic en **Open Network**.



EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

Open Network

Function Parameters

Parameter	Value
Arrival Rate	

Evaluate

» **1** Haga clic en **Arrival Rate** | .

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

Open Network

Function Parameters

Parameter	Value
Arrival Rate	2

2 Evaluate

Name	Service Re...	Utilization	Productivity	Response...	Job Number	Total R.T.	Total J.N.
Intel Cor...	0.15	0.3	10.0	0.04286	0.4286	0.51856	1.03712
Hard Disk	0.14	0.28	14.0	0.02778	0.38892	0.51856	1.03712
Memory ...	0.09	0.18	18.0	0.0122	0.2196	0.51856	1.03712

SYSTEM'S NETWORK REPORT FOR THE SYSTEM

Open network

⊙For the component: Intel Core 2 Duo:  
the station utilization is 0.3 seconds,  
with a response time of 0.04286 seconds, gives 0.4286 jobs processed;  
the productivity will be 10.0 jobs per second.

⊙For the component: Hard Disk:

- » 1 Introduzca el valor deseado en el campo
- » 2 Haga clic en el icono Evaluate.

## 9.2 Análisis de redes cerradas

La segunda opción es el estudio para redes cerradas que como se muestra a continuación es muy similar al de redes abiertas.

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

1 Open Network

2 Open Network  
Closed Network

Function Parameters

Parameter	Value
Arrival Rate	2

Evaluate

Name	Service Re...	Utilization	Productivity	Response...	Job Number	Total R.T.	Total J.N.
Intel Cor...	0.15	0.3	10.0	0.04286	0.4286	0.51856	1.03712
Hard Disk	0.14	0.28	14.0	0.02778	0.38892	0.51856	1.03712
Memory ...	0.09	0.18	18.0	0.0122	0.2196	0.51856	1.03712

SYSTEM'S NETWORK REPORT FOR THE SYSTEM

Open network

⊙For the component: Intel Core 2 Duo:  
the station utilization is 0.3 seconds,  
with a response time of 0.04286 seconds, gives 0.4286 jobs processed;  
the productivity will be 10.0 jobs per second.

⊙For the component: Hard Disk:

- » 1 Haga clic en el menú desplegable Choose a network.
- » 2 Haga clic en Closed Network.

## ANEXO 2

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

Closed Network

Function Parameters

Parameter	Value
Reflexion Ti...	
Task (N)	

Evaluate

Name	Service Re...	Utilization	Productivity	Response...	Job Number	Total R.T.	Total J.N.
Intel Cor...	0.15	0.3	10.0	0.04286	0.4286	0.51856	1.03712
Hard Disk	0.14	0.28	14.0	0.02778	0.38892	0.51856	1.03712
Memory ...	0.09	0.18	18.0	0.0122	0.2196	0.51856	1.03712

SYSTEM'S NETWORK REPORT FOR THE SYSTEM

Open network

⊙For the component: Intel Core 2 Duo:  
the station utilization is 0.3 seconds,  
with a response time of 0.04286 seconds, gives 0.4286 jobs processed;  
the productivity will be 10.0 jobs per second.

⊙For the component: Hard Disk:

» 1 Haga clic en Reflexion Ti... | .

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

Closed Network

Function Parameters

Parameter	Value
Reflexion Ti...	0.7
Task (N)	

Evaluate

Name	Service Re...	Utilization	Productivity	Response...	Job Number	Total R.T.	Total J.N.
Intel Cor...	0.15	0.3	10.0	0.04286	0.4286	0.51856	1.03712
Hard Disk	0.14	0.28	14.0	0.02778	0.38892	0.51856	1.03712
Memory ...	0.09	0.18	18.0	0.0122	0.2196	0.51856	1.03712

SYSTEM'S NETWORK REPORT FOR THE SYSTEM

Open network

⊙For the component: Intel Core 2 Duo:  
the station utilization is 0.3 seconds,  
with a response time of 0.04286 seconds, gives 0.4286 jobs processed;  
the productivity will be 10.0 jobs per second.

⊙For the component: Hard Disk:

» 1 Introduzca el Tiempo de Reflexión.

» 2 Haga clic en Task (N) | .



## ANEXO 2

EMSI - Computer Systems Evaluation and Modelling - Actual Computer System: "Sistema Informatico".

EMSI Computer System System Activity Reporter Comparative Analysis Analysis Warranty

Comparative Analysis Component Substitution (Fuzzy) Warranty Analysis Network Analysis

Computer System Performance Evaluation System's Reliability System Activity Reporter

Complete the Parameters and the Table

Name	Category	Visit Rate	Service Time
Intel Core 2 Duo	Processor	5	0,03
Hard Disk	Internal Hard Disk	7	0,02
Memory (Slot1)	Memory	9	0,01

Choose a network

Closed Network

Function Parameters

Parameter	Value
Reflexion Ti...	0,7
Task (N)	5

2 Evaluate

N1(n)	N2(n)	N3(n)	R1(n)	R2(n)	R3(n)	X1(n)	X2(n)	X3(n)	U1(n)	U2(n)	U3(n)	R(n)	X(n)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1...	0.1...	0.0...	0.03	0.02	0.01	4.6...	6.4...	8.3...	0.1...	0.12...	0.0...	0.38	0.9...
0.3...	0.2...	0.1...	0.0...	0.0...	0.0...	9.0...	12...	15...	0.2...	0.25...	0.1...	0.42...	1.7...
0.5...	0.4...	0.2...	0.0...	0.0...	0.0...	13...	18...	22...	0.3...	0.36...	0.2...	0.48...	2.5...
0.7...	0.6...	0.3...	0.0...	0.0...	0.0...	17...	22...	28...	0.5...	0.45...	0.2...	0.54...	3.2...
1.1...	0.9...	0.4...	0.0...	0.0...	0.0...	20...	27...	33...	0.6...	0.54...	0.3...	0.62...	3.7...

SYSTEM'S NETWORK REPORT FOR THE SYSTEM

Closed network

TAREA 1

⊙For the component Intel Core 2 Duo:  
the station utilization is 0.13889 seconds,  
with a response time of 0.03 seconds,  
gives 0.13889 jobs processed;  
the productivity will be 4.62963 jobs per second.

- » 1 Introduzca el número de tareas.
- » 2 Haga clic en el icono Evaluate.